

Informatique
& sciences numériques
(chaire annuelle 2021-2022)

Wendy E. Mackay

Informatique
& sciences numériques
(chaire annuelle 2021-2022)

Wendy E. Mackay

Interagir avec l'ordinateur

La réalité
augmentée :
intégrer
l'informatique
avec le
monde réel

Sixième Leçon
5 avril 2022

Wendy E. Mackay

L'interaction humain-machine

Comment dépasser les limites
de l'interface WIMP ?

Leçons 5 & 6

L'interaction multimodale :

Comment interagir
avec tout le corps

La réalité augmentée et virtuelle :

Comment intégrer l'informatique
avec le monde réel

Leçons 7 & 8

La communication médiatisée :

Comment concevoir
les systèmes collaboratifs

Les partenariats humain-machine :

Comment interagir avec
l'intelligence artificielle

Au-delà des interfaces « WIMP »

Interface utilisateur graphique (GUI)

W Windows (Fenêtres)

I Icons Icônes

M Menus Menus

P Pointer Pointeur



Où se trouve l'ordinateur ?



Sur moi
interfaces
vestimentaires



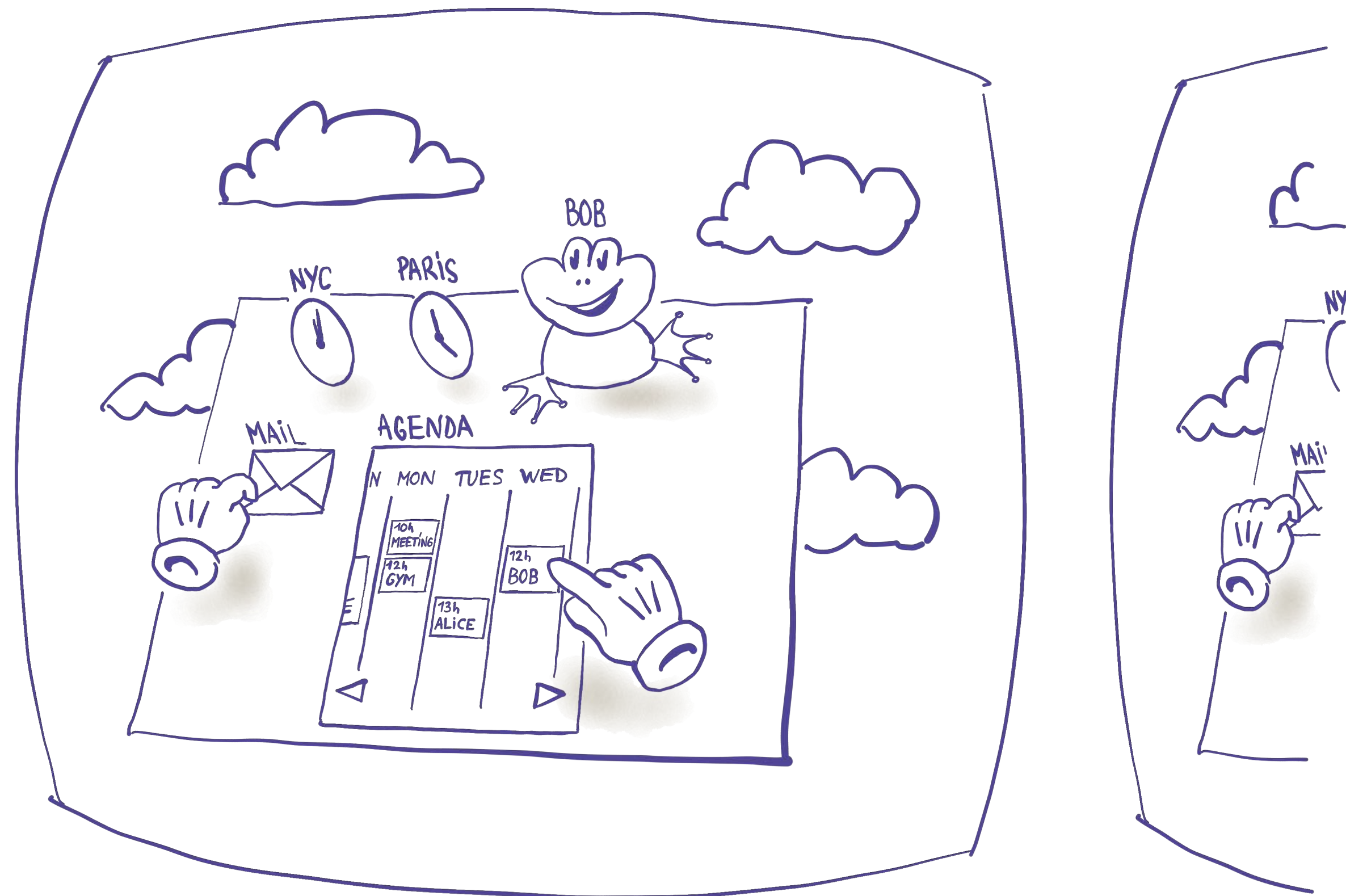
Devant moi
internet des objets
interfaces tangibles



Autour de moi
réalité virtuelle
réalité augmentée

Réalité virtuelle

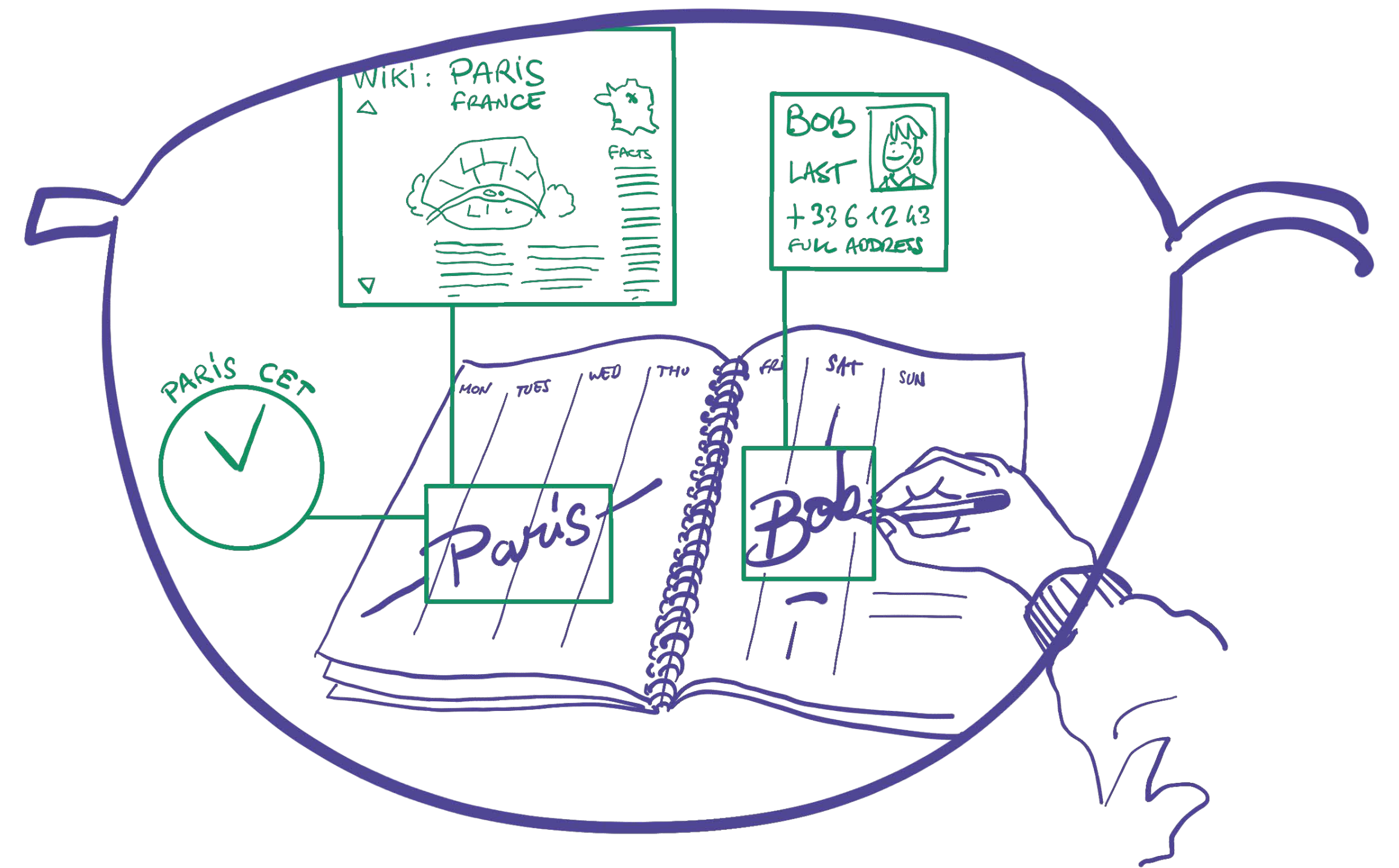
Immerger l'utilisateur dans un environnement complètement artificiel, généré par ordinateur



Réalité augmentée

Augmenter le monde physique
avec des informations virtuelles

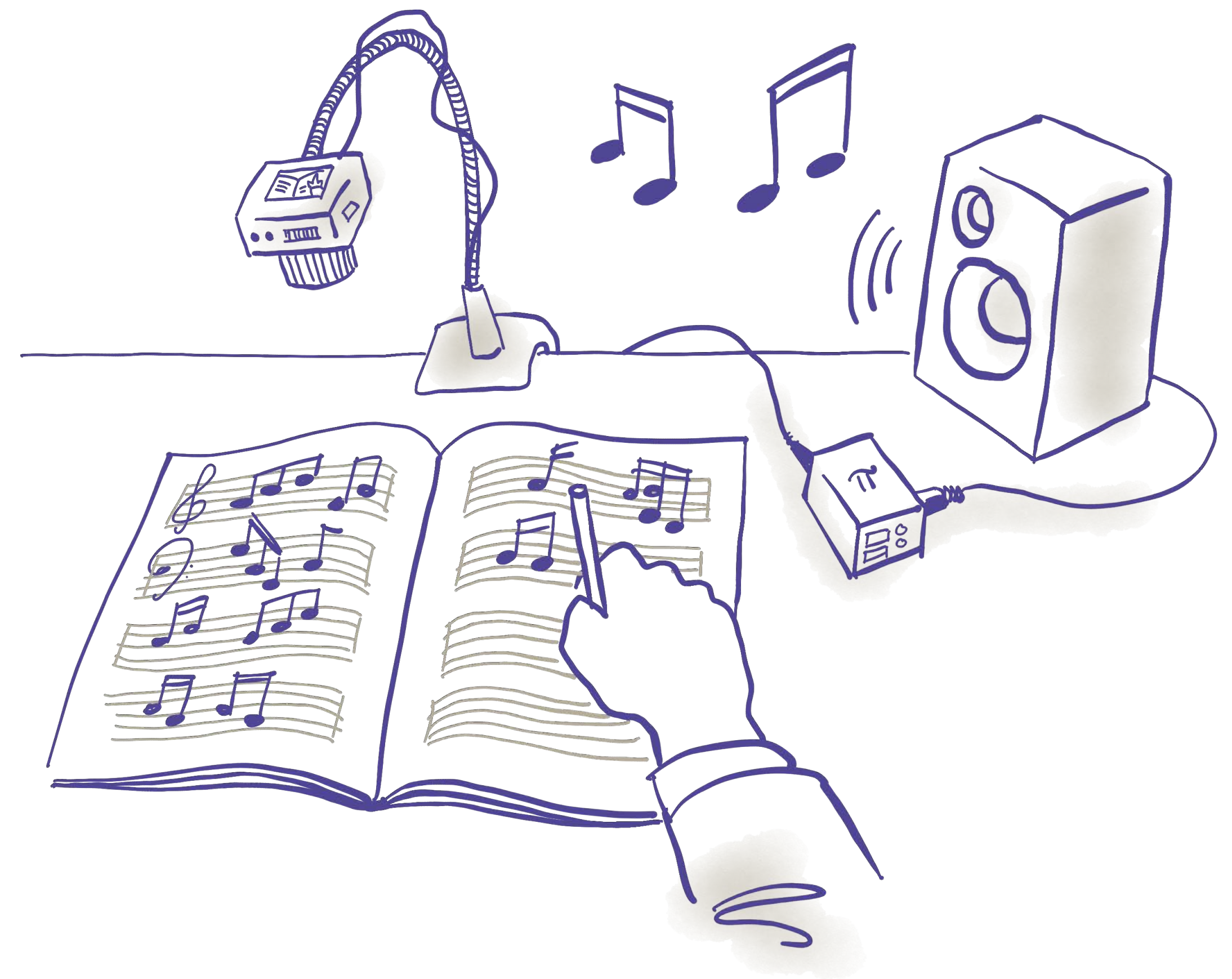
Au lieu de bloquer le monde réel,
l'enrichir, pas le remplacer



Réalité mixte et interfaces tangibles

Utiliser des objets physiques pour interagir avec le monde numérique

Augmenter les objets physiques de capacités numériques



Informatique Ubiquitaire

UbiComp : Ubiquitous computing (1990)

Le groupe de Marc Weiser (Xerox PARC)
a introduit :

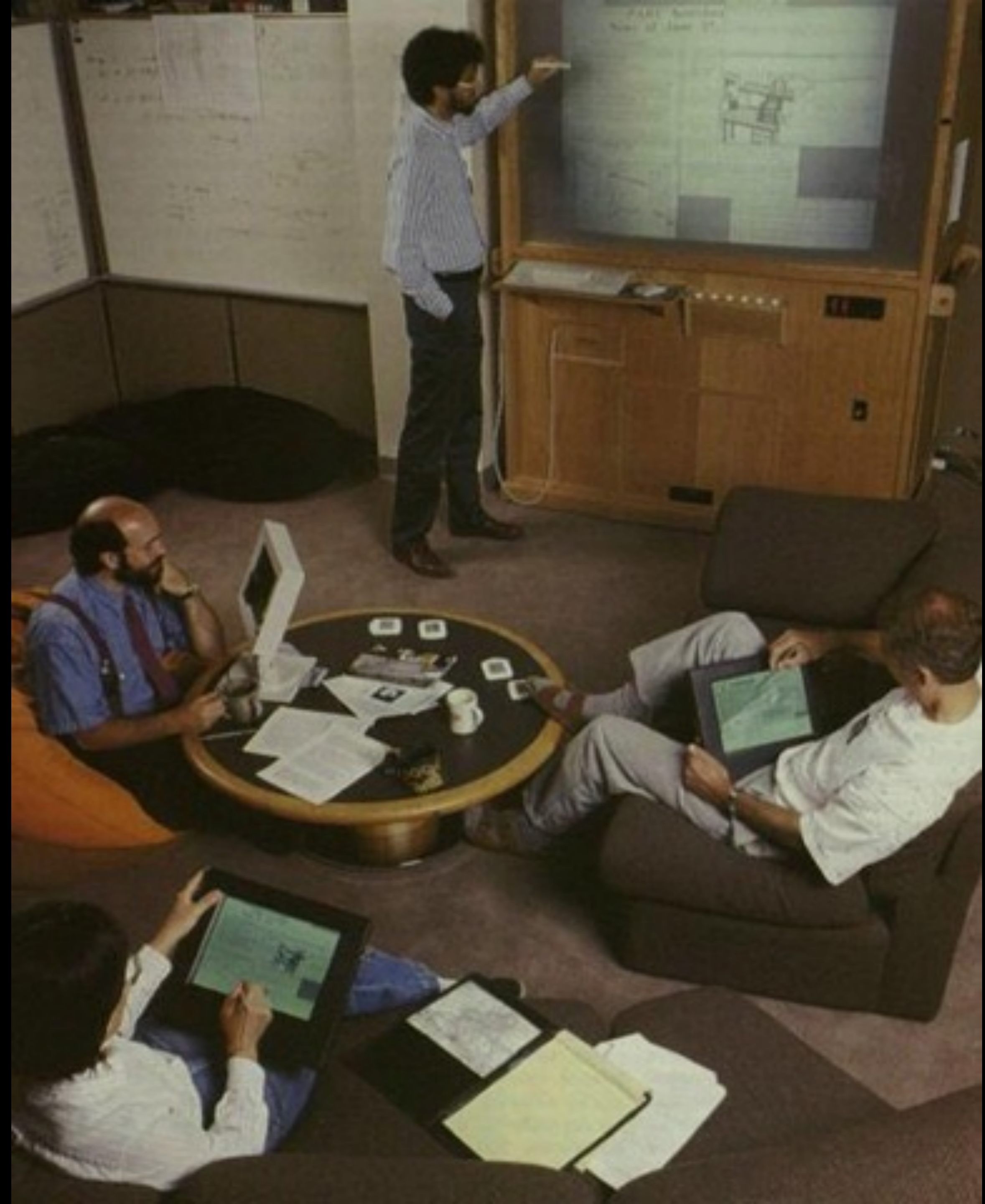
badges actifs

tablettes portables

Liveboard

Les liveboards ont anticipé
les Smartboards d'aujourd'hui

Chacun était fabriqué sur mesure
et très cher !



Digital Desk

Wellner et al. (1992, 1993)

D'un Liveboard cassé
au Digital Desk

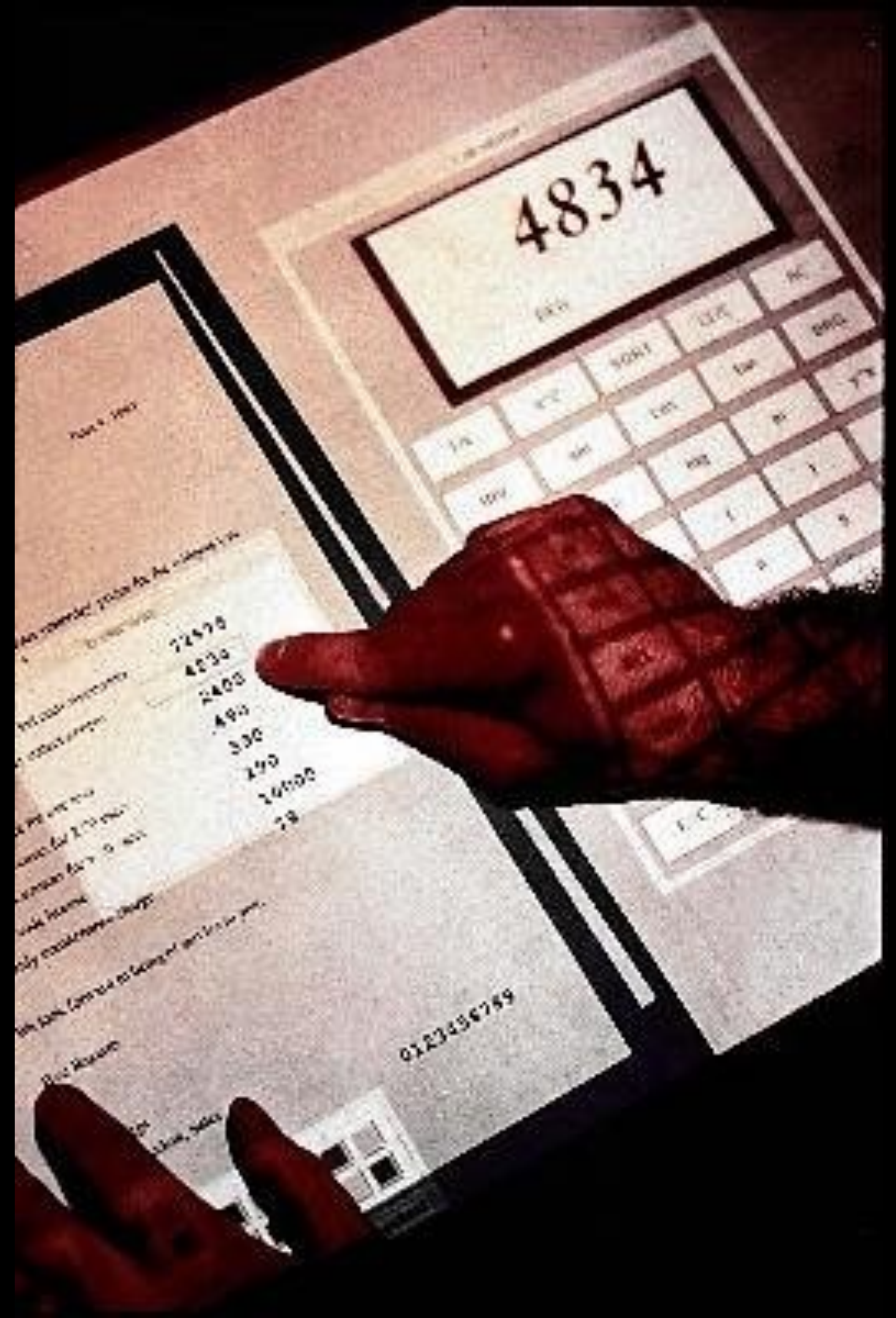
Projection
d'images en haute résolution
d'un ordinateur
sur du papier
posé sur un bureau



Digital Desk

Wellner et al. (1992, 1993)

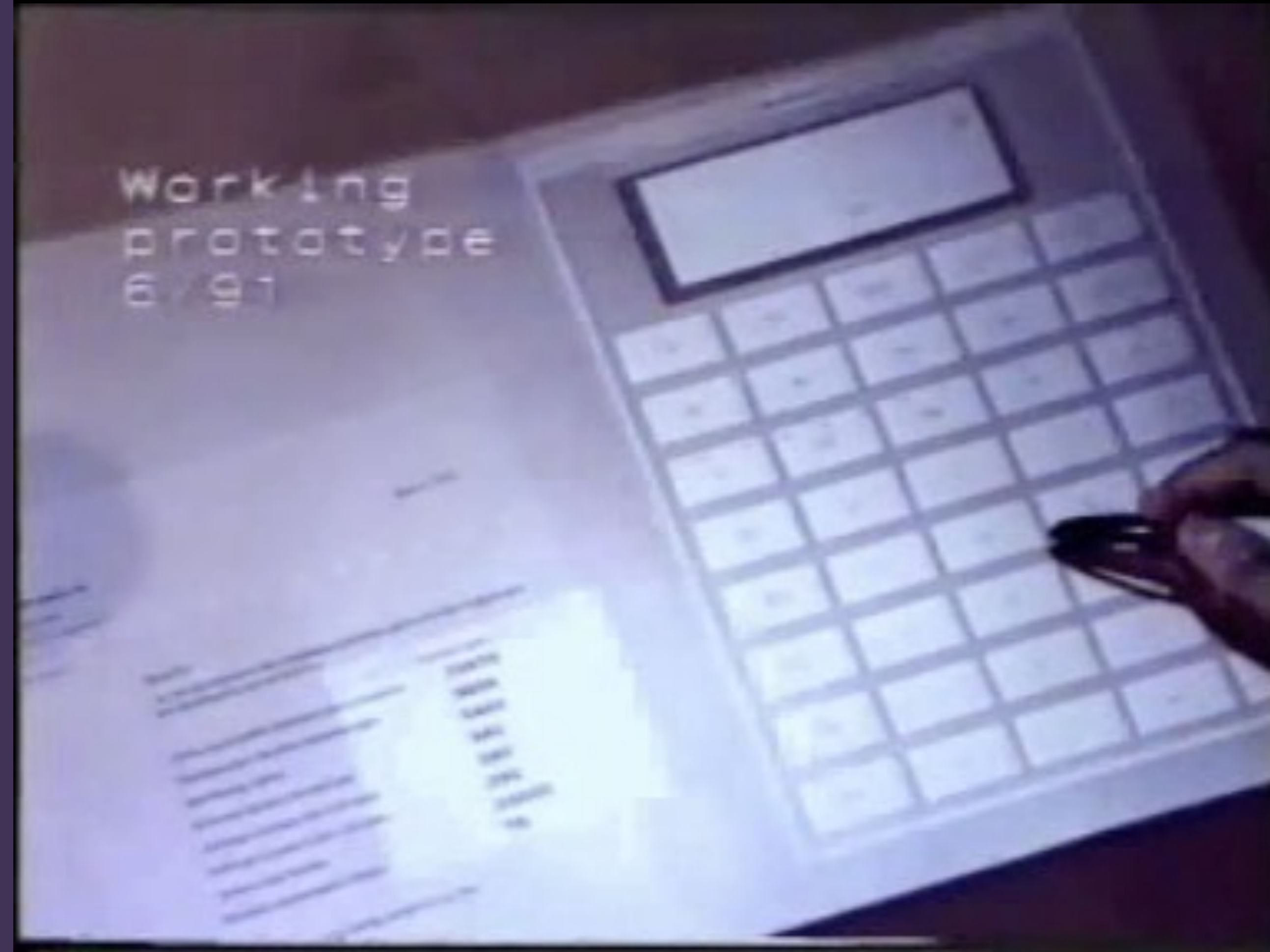
La reconnaissance optique de caractères saisit les chiffres sur le papier et les additionne à l'aide d'une calculatrice projetée



Digital Desk

Wellner et al. (1992, 1993)

La reconnaissance optique de caractères saisit les chiffres sur le papier et les additionne à l'aide d'une calculatrice projetée



Digital Desk

Wellner et al. (1992, 1993)

Dessiner physiquement sur du papier
et utiliser les capacités de l'ordinateur
pour copier, effacer, modifier

Le dessin final est mixte
physique/numérique



Numéro spécial

Wellner, Mackay et Gold (1993)

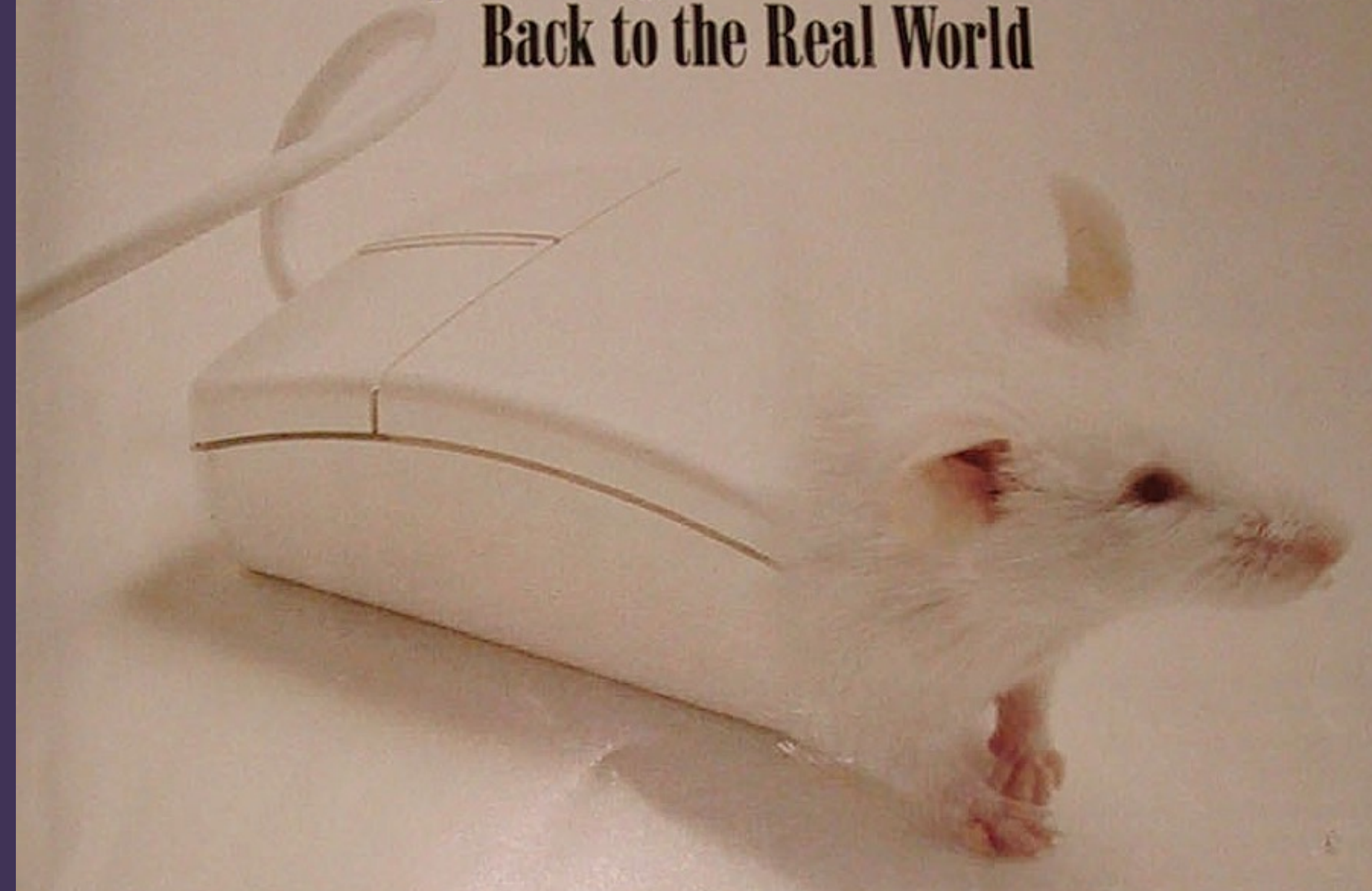
Environnements augmentés par l'ordinateur : Retour au monde réel

American Association of Publishers

Meilleur numéro spécial de toutes les sciences

C O M M U N I C A T I O N S

**Computer Augmented Environments:
Back to the Real World**



July 1993
VOLUME 36, NUMBER 7

O F · T H E · A C M

Recherches clés

Realité virtuelle

Interaction à distance

Augmented Reality

Sensible au contexte

Programmation tangible

Digital Desk

Informatique ubiquitaire

Azuma

Baudel, Beau-

douin-Lafon

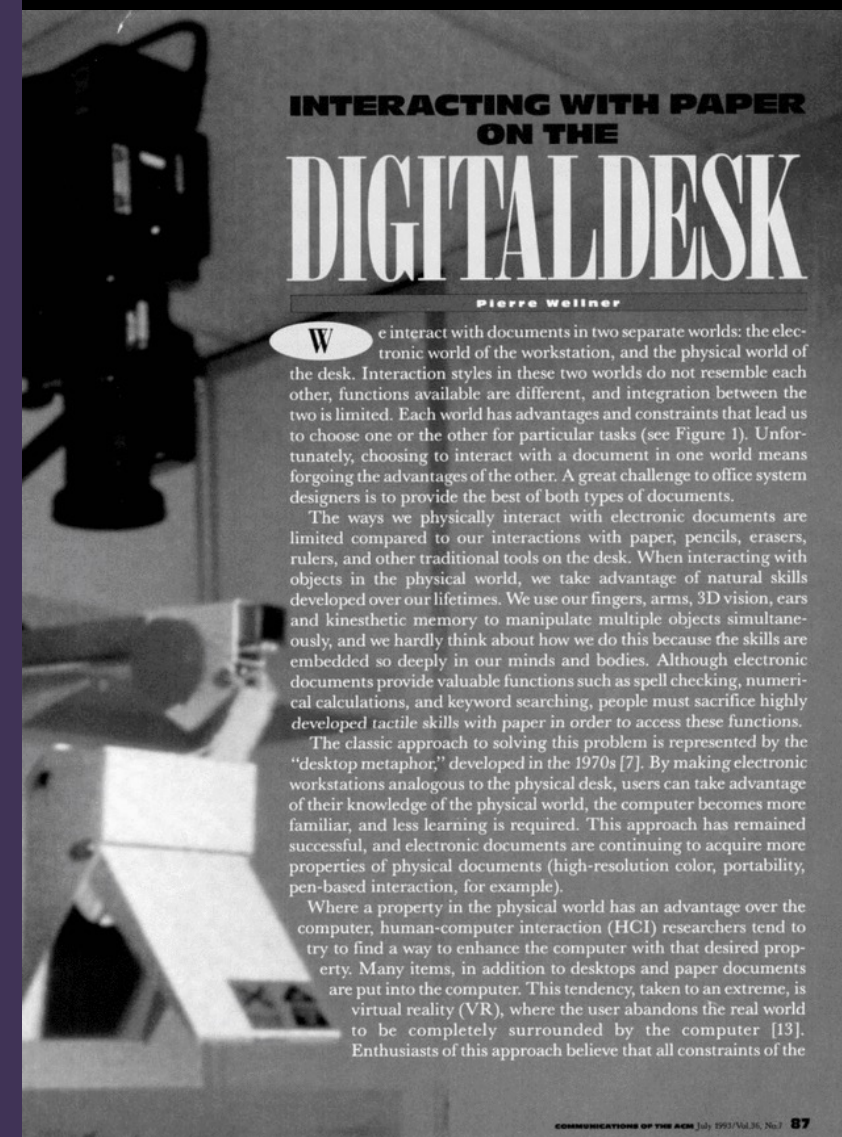
Feiner et al.

Fitzmaurice

Resnick

Wellner et al.

Weiser



INTERACTING WITH PAPER ON THE DIGITAL DESK

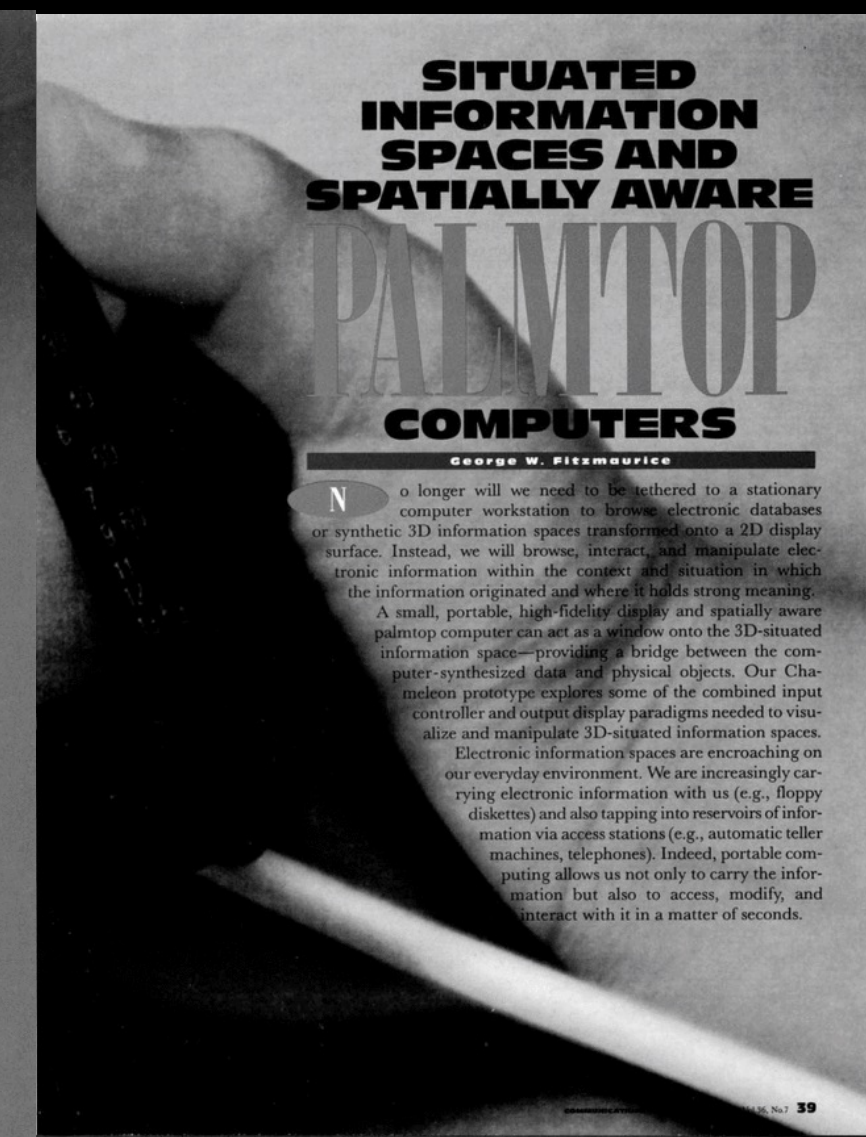
Pierre Wellner

We interact with documents in two separate worlds: the electronic world of the workstation, and the physical world of the desk. Interaction styles in these two worlds do not resemble each other, functions available are different, and integration between the two is limited. Each world has advantages and constraints that lead us to choose one or the other for particular tasks (see Figure 1). Unfortunately, choosing to interact with a document in one world means forgoing the advantages of the other. A great challenge to office system designers is to provide the best of both types of documents.

The ways we physically interact with electronic documents are limited compared to our interactions with paper, pencils, erasers, rulers, and other traditional tools on the desk. When interacting with objects in the physical world, we take advantage of natural skills developed over our lifetimes. We use our fingers, arms, 3D vision, ears and kinesthetic memory to manipulate multiple objects simultaneously, and we hardly think about how we do this because the skills are embedded so deeply in our minds and bodies. Although electronic documents provide valuable functions such as spell checking, numerical calculations, and keyword searching, people must sacrifice highly developed tactile skills with paper in order to access these functions.

The classic approach to solving this problem is represented by the "desktop metaphor," developed in the 1970s [7]. By making electronic workstations analogous to the physical desk, users can take advantage of their knowledge of the physical world, the computer becomes more familiar, and less learning is required. This approach has remained successful, and electronic documents are continuing to acquire more properties of physical documents (high-resolution color, portability, pen-based interaction, for example).

Where a property in the physical world has an advantage over the computer, human-computer interaction (HCI) researchers tend to try to find a way to enhance the computer with that desired property. Many items, in addition to desktops and paper documents are put into the computer. This tendency, taken to an extreme, is virtual reality (VR), where the user abandons the real world to be completely surrounded by the computer [13]. Enthusiasts of this approach believe that all constraints of the



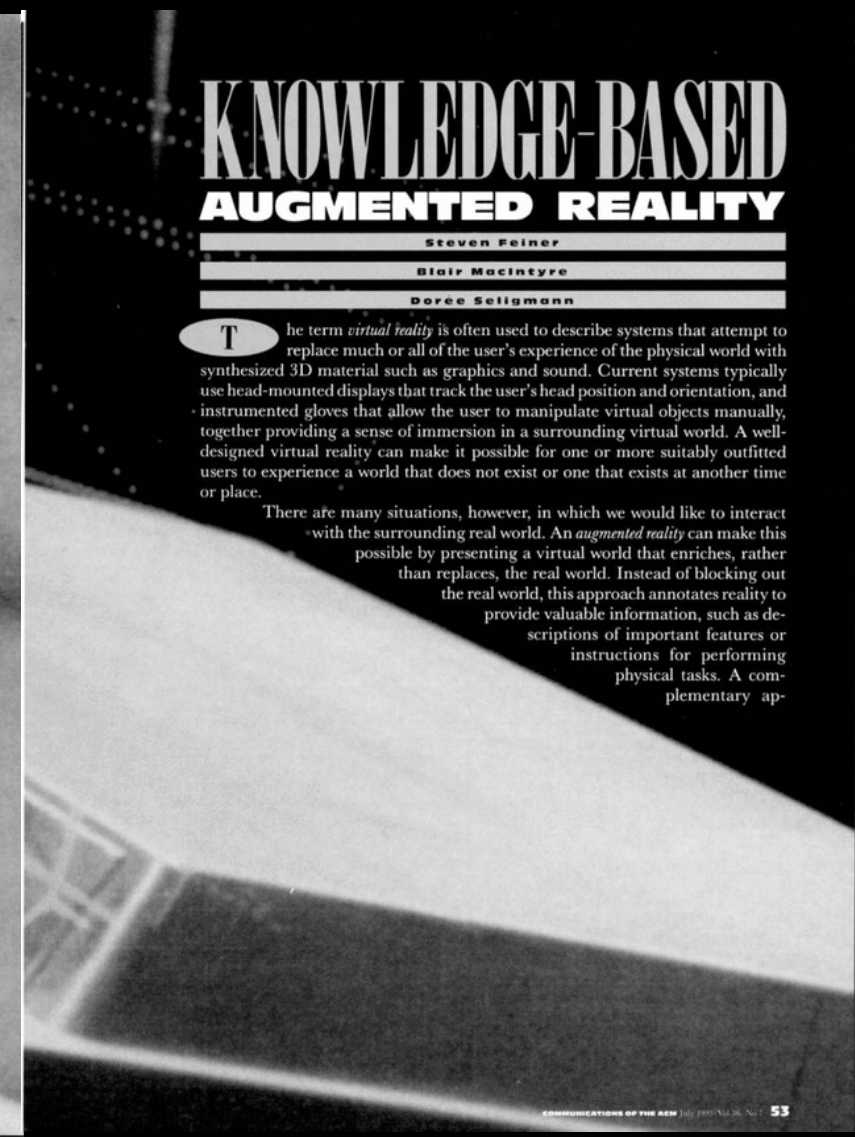
SITUATED INFORMATION SPACES AND SPATIALLY AWARE PALMTOP COMPUTERS

George W. Fitzmaurice

No longer will we need to be tethered to a stationary computer workstation to browse electronic databases or synthetic 3D information spaces transformed onto a 2D display surface. Instead, we will browse, interact, and manipulate electronic information within the context and situation in which the information originated and where it holds strong meaning.

A small, portable, high-fidelity display and spatially aware palmtop computer can act as a window onto the 3D-situated information space—providing a bridge between the computer-synthesized data and physical objects. Our Chameleon prototype explores some of the combined input controller and output display paradigms needed to visualize and manipulate 3D-situated information spaces.

Electronic information spaces are encroaching on our everyday environment. We are increasingly carrying electronic information with us (e.g., floppy diskettes) and also tapping into reservoirs of information via access stations (e.g., automatic teller machines, telephones). Indeed, portable computing allows us not only to carry the information but also to access, modify, and interact with it in a matter of seconds.



KNOWLEDGE-BASED AUGMENTED REALITY

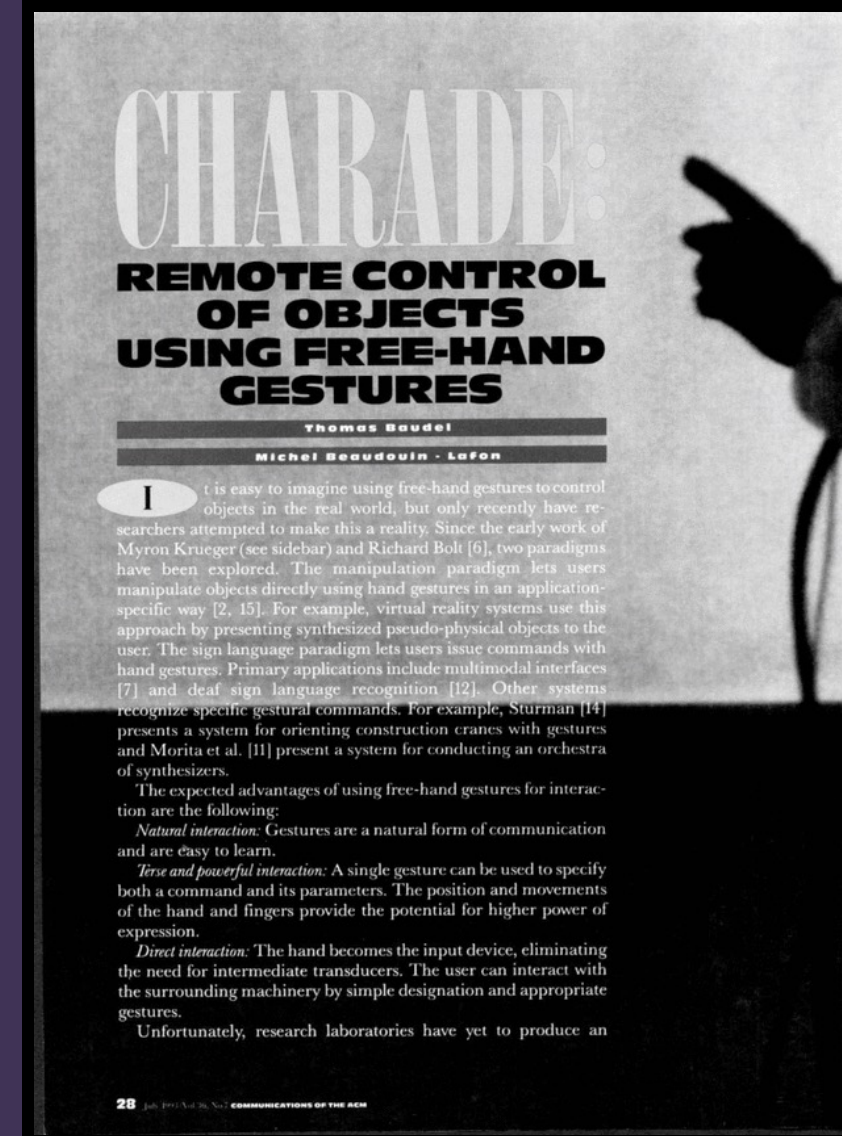
Steven Feiner

Blair MacIntyre

Doree Seligmann

The term *virtual reality* is often used to describe systems that attempt to replace much or all of the user's experience of the physical world with synthesized 3D material such as graphics and sound. Current systems typically use head-mounted displays that track the user's head position and orientation, and instrumented gloves that allow the user to manipulate virtual objects manually, together providing a sense of immersion in a surrounding virtual world. A well-designed virtual reality can make it possible for one or more suitably outfitted users to experience a world that does not exist or one that exists at another time or place.

There are many situations, however, in which we would like to interact with the surrounding real world. An *augmented reality* can make this possible by presenting a virtual world that enriches, rather than replaces, the real world. Instead of blocking out the real world, this approach annotates reality to provide valuable information, such as descriptions of important features or instructions for performing physical tasks. A complementary ap-



CHIABADDE: REMOTE CONTROL OF OBJECTS USING FREE-HAND GESTURES

Thomas Baudel

Michel Beaudouin-Lafon

It is easy to imagine using free-hand gestures to control objects in the real world, but only recently have researchers attempted to make this a reality. Since the early work of Myron Krueger (see sidebar) and Richard Bolt [6], two paradigms have been explored. The manipulation paradigm lets users manipulate objects directly using hand gestures in an application-specific way [2, 15]. For example, virtual reality systems use this approach by presenting synthesized pseudo-physical objects to the user. The sign language paradigm lets users issue commands with hand gestures. Primary applications include multimodal interfaces [7] and deaf sign language recognition [12]. Other systems recognize specific gestural commands. For example, Sturman [14] presents a system for orienting construction cranes with gestures and Morita et al. [11] present a system for conducting an orchestra of synthesizers.

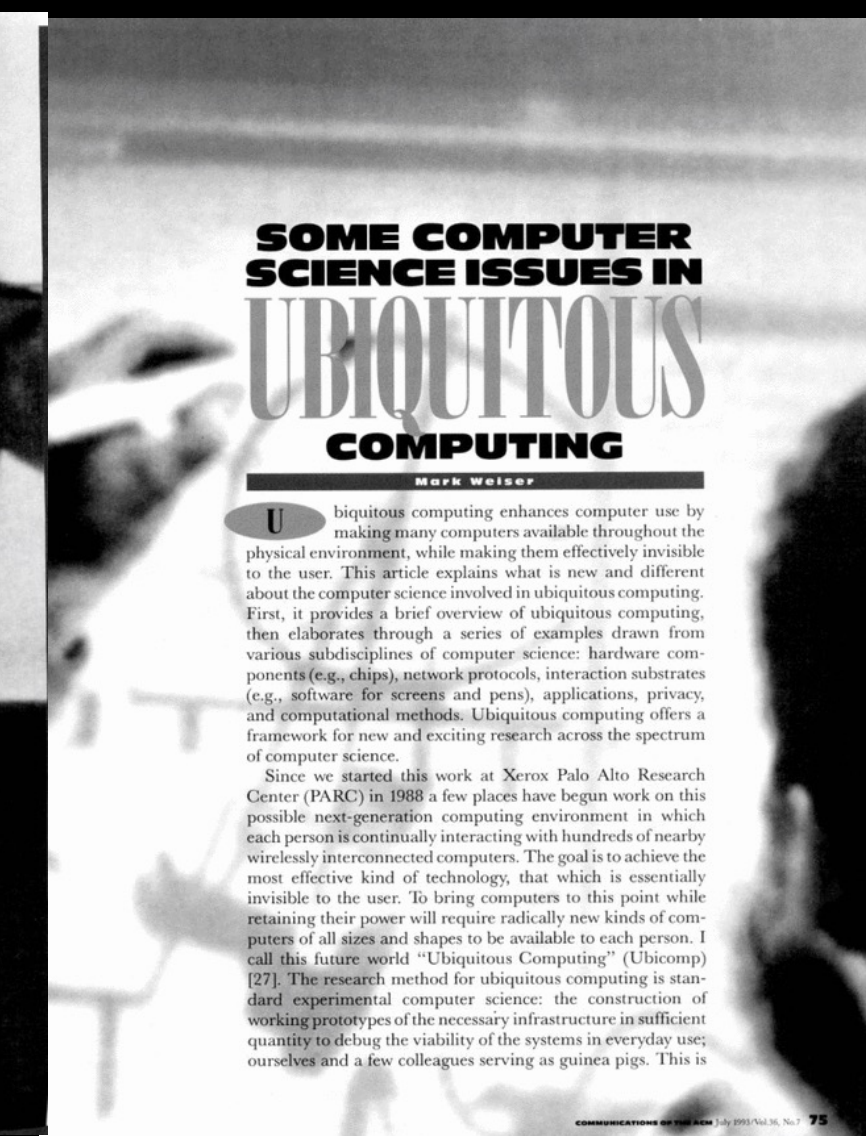
The expected advantages of using free-hand gestures for interaction are the following:

Natural interaction: Gestures are a natural form of communication and are easy to learn.

Fast and powerful interaction: A single gesture can be used to specify both a command and its parameters. The position and movements of the hand and fingers provide the potential for higher power of expression.

Direct interaction: The hand becomes the input device, eliminating the need for intermediate transducers. The user can interact with the surrounding machinery by simple designation and appropriate gestures.

Unfortunately, research laboratories have yet to produce an



SOME COMPUTER SCIENCE ISSUES IN UBIQUITOUS COMPUTING

Mark Weiser

Ubiqutous computing enhances computer use by making many computers available throughout the physical environment, while making them effectively invisible to the user. This article explains what is new and different about the computer science involved in ubiquitous computing. First, it provides a brief overview of ubiquitous computing, then elaborates through a series of examples drawn from various subdisciplines of computer science: hardware components (e.g., chips), network protocols, interaction substrates (e.g., software for screens and pens), applications, privacy, and computational methods. Ubiquitous computing offers a framework for new and exciting research across the spectrum of computer science.

Since we started this work at Xerox Palo Alto Research Center (PARC) in 1988 a few places have begun work on this possible next-generation computing environment in which each person is continually interacting with hundreds of nearby wirelessly interconnected computers. The goal is to achieve the most effective kind of technology, that which is essentially invisible to the user. To bring computers to this point while retaining their power will require radically new kinds of computers of all sizes and shapes to be available to each person. I call this future world "Ubiquitous Computing" (UbiComp) [27]. The research method for ubiquitous computing is standard experimental computer science: the construction of working prototypes of the necessary infrastructure in sufficient quantity to debug the viability of the systems in everyday use; ourselves and a few colleagues serving as guinea pigs. This is



BEHAVIOR CONSTRUCTION KITS

Mitchel Resnick

In the beginning, there were building blocks. Children used building blocks to construct houses and castles, towers and bridges—and, in so doing, began to play with ideas from the fields of architecture and structural engineering. Then came gears and axles, motors and battery packs. With these new parts (along with the original building blocks), children built mechanized constructions: cars and trucks, cranes and Ferris wheels. Ideas from the field of mechanical engineering entered the world of children.

During the past few years, a group of us¹ has been working on the development of a new generation of construction kits. Whereas first-generation construction kits allowed children to build *structures*, and second-generation kits allowed them to build *mechanisms*, our third-generation kits allow children to build *behaviors*. Children (and adults too!) have used our new construction kits to build a wide assortment of "behaving machines," such as a robotic creature that "swims" to move toward the light, a hamster cage that keeps track of the movements of its occupant, and a kinetic sculpture that responds to the movement of a person—or the movements of another machine.

Such projects are possible because our new construction kits include computation in the bin of building parts. Children can not only embed computation in the machines they build, they can also spread computation throughout their world, in the spirit of ubiquitous computing. Put a sensor and a few "electronic bricks" on the side of the door, and suddenly the door can "talk," issuing a greeting to each person who enters the room. Add another few bricks, and the door keeps track of the total number of people who enter each day.

Continuum Virtualité–Réalité

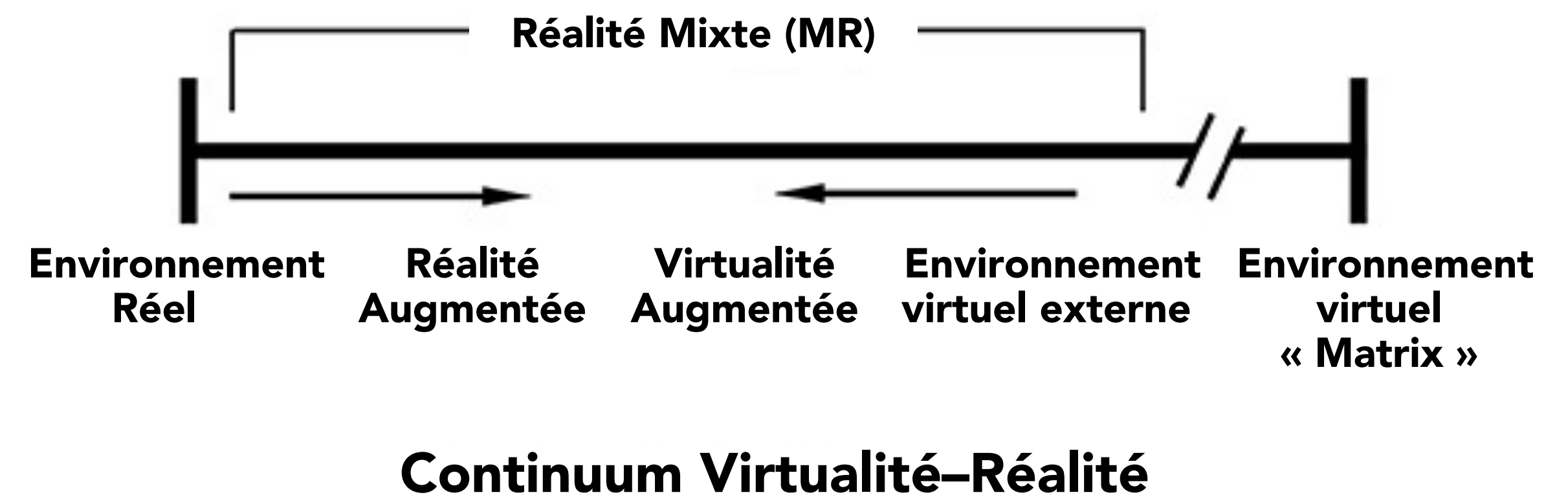
Milgram & Kishino (1994)

Trois considérations

Niveau de modélisation du monde réel

Niveau d'immersion

Correspondance entre
le comportement réel et virtuel



La réalité virtuelle

Immerger l'utilisateur
dans l'interface

Stéréoscope

Charles Wheatstone (1838)

Premier appareil permettant de reconstituer artificiellement l'illusion du relief

Deux miroirs à 90°
renvoie latéralement le regard vers deux dessins stéréoscopiques spécialement préparés



Premier casque de réalité virtuelle

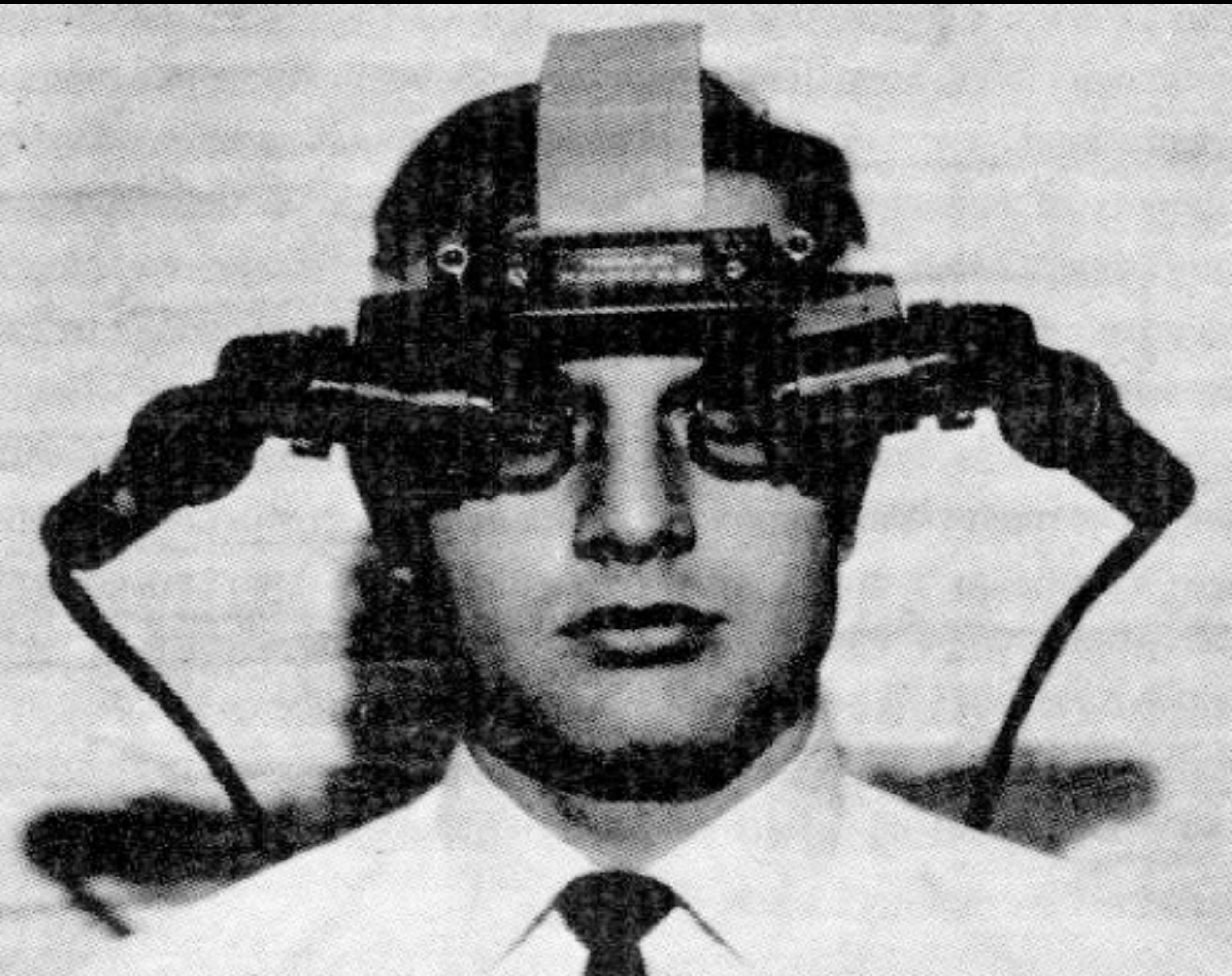
The Ultimate Display (Sutherland, 1968)

Inspiré par des ingénieurs de Bell Labs :

Installer des caméras infrarouges sous l'hélicoptère et transmettre l'image au casque du pilote

Lorsque le pilote tourne la tête, la caméra sous l'hélicoptère est synchronisée

Remplacer la caméra par un ordinateur





VPL DataSuit

Lanier, Zimmerman (1989)

Une tenue complète

avec des capteurs qui mesurent
les mouvements des bras,
des jambes et du tronc

Data glove : Gant de données

VPL = Virtual Programming Languages
Fondé par Jaron Lanier, 1984

Réalité virtuelle CAVE

Computer-Augmented virtual environment

Environnement virtuel augmenté
par ordinateur

2, 3 ou 4 murs, plancher, plafond

Projection d'une image stéréoscopique

L'image 3D est correcte

pour un seul utilisateur

Attention à ne pas se cogner aux écrans !

Pas de sensation haptique



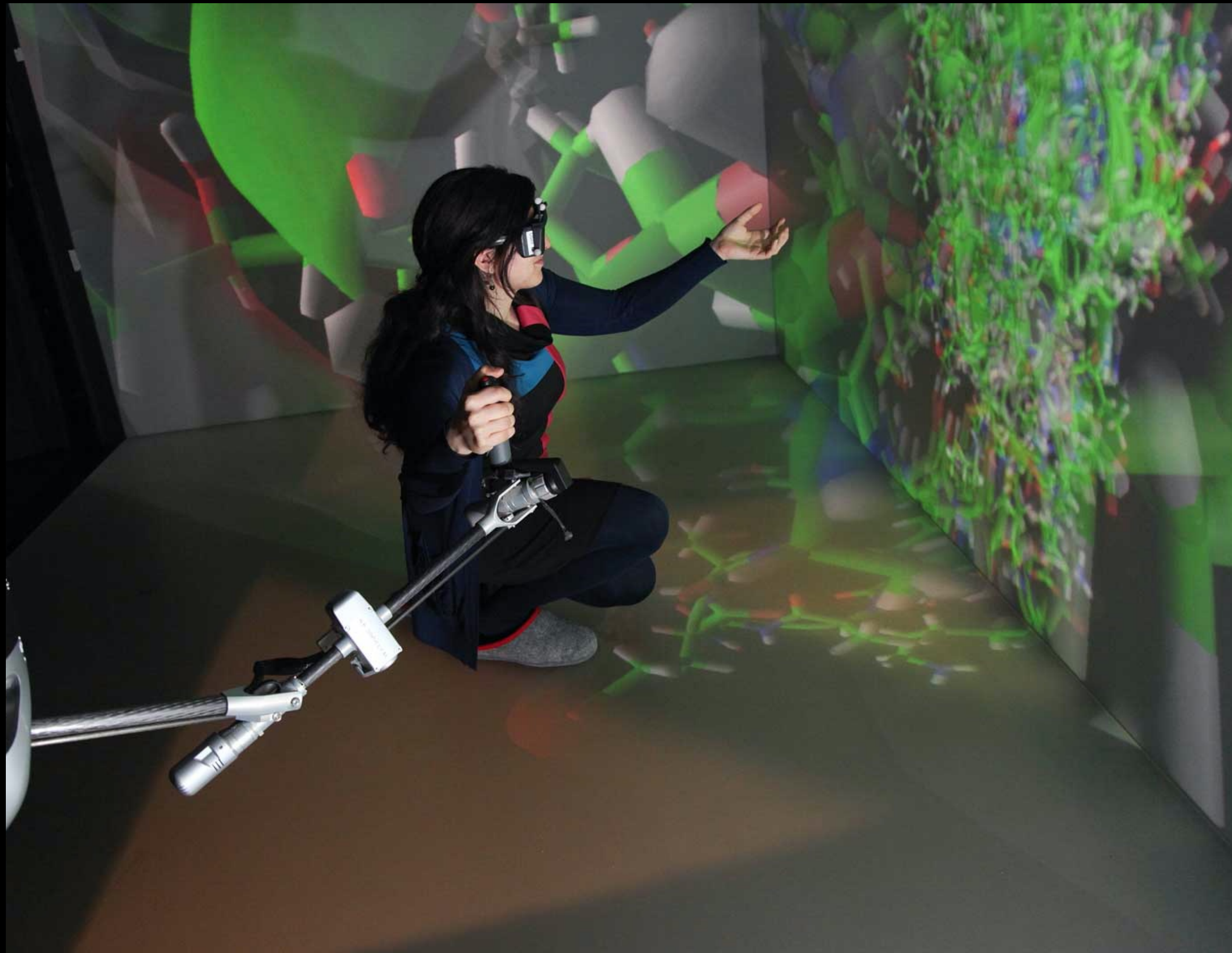
Réalité virtuelle EVE (LISN) Evolutive Virtual Environment

Double stéréoscopie

2 utilisateurs en même temps

Bras haptique

Son 3D



Réalité virtuelle EVE (LISN) Evolutive Virtual Environment

Double stéréoscopie

2 utilisateurs en même temps

Bras haptique

Son 3D



Réalité virtuelle

Casques HMD

« **Head-Mounted Display** »

Dispositif portable

Suivi des mouvements
de la tête et des mains

Démocratisation de la réalité virtuelle

Mais

« Cybersickness » - mal de mer

Attention à ne pas se cogner aux murs !





Applications

Taffou et al. (2013)

Visualisation scientifique

Design industriel

Formation

Thérapie

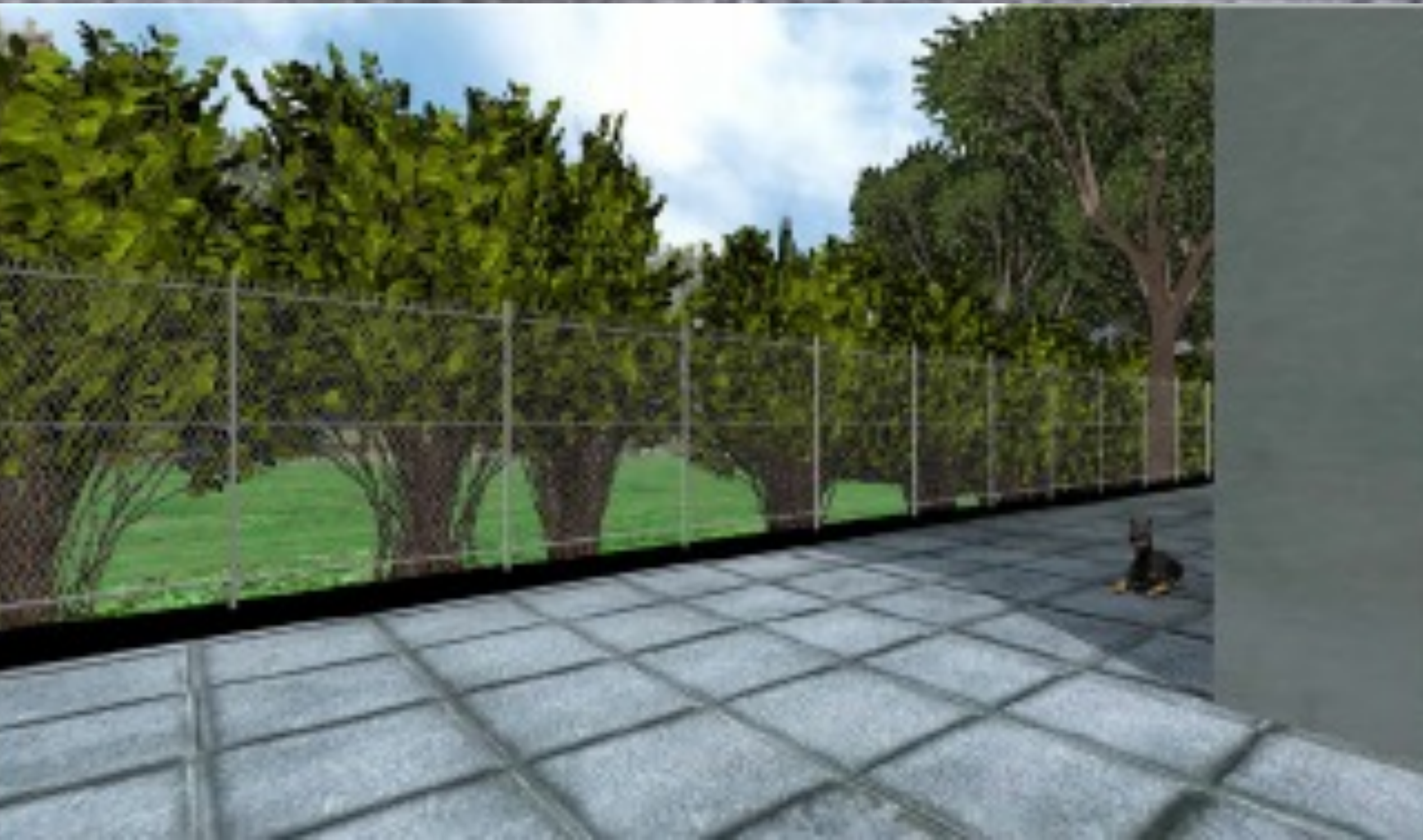
Jeux vidéo

Éducation

Visites virtuelles

Marketing

Téléprésence



La réalité augmentée

Combiner le réel et le virtuel

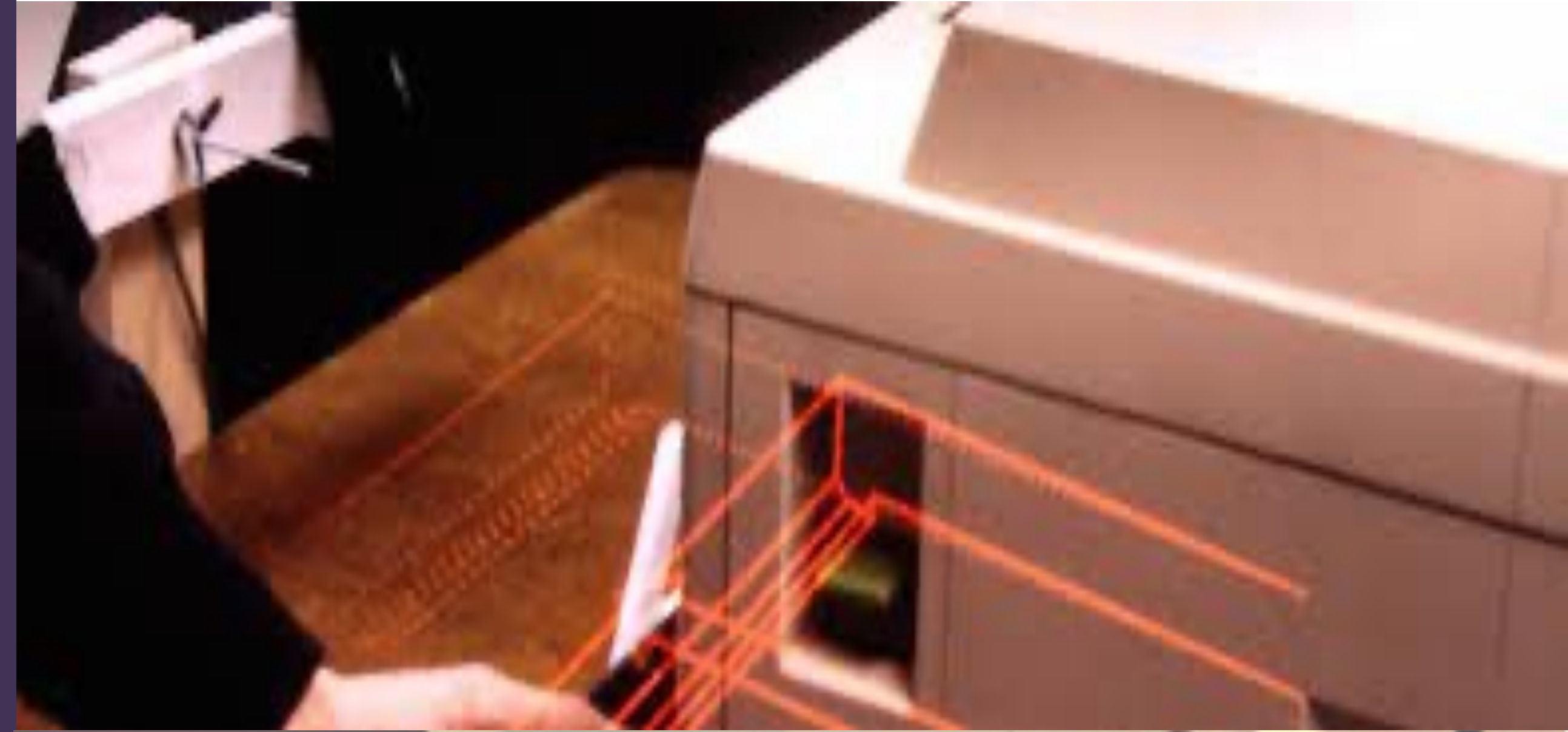
Réalité augmentée

KARMA (Feiner et al., 1993)

KARMA = Knowledge-based Augmented
Reality for Maintenance Assistance

Comment réparer une imprimante laser
sans avoir besoin de manuel

(Rappelle le IVIS Intelligent Tutoring
System, 1983)...



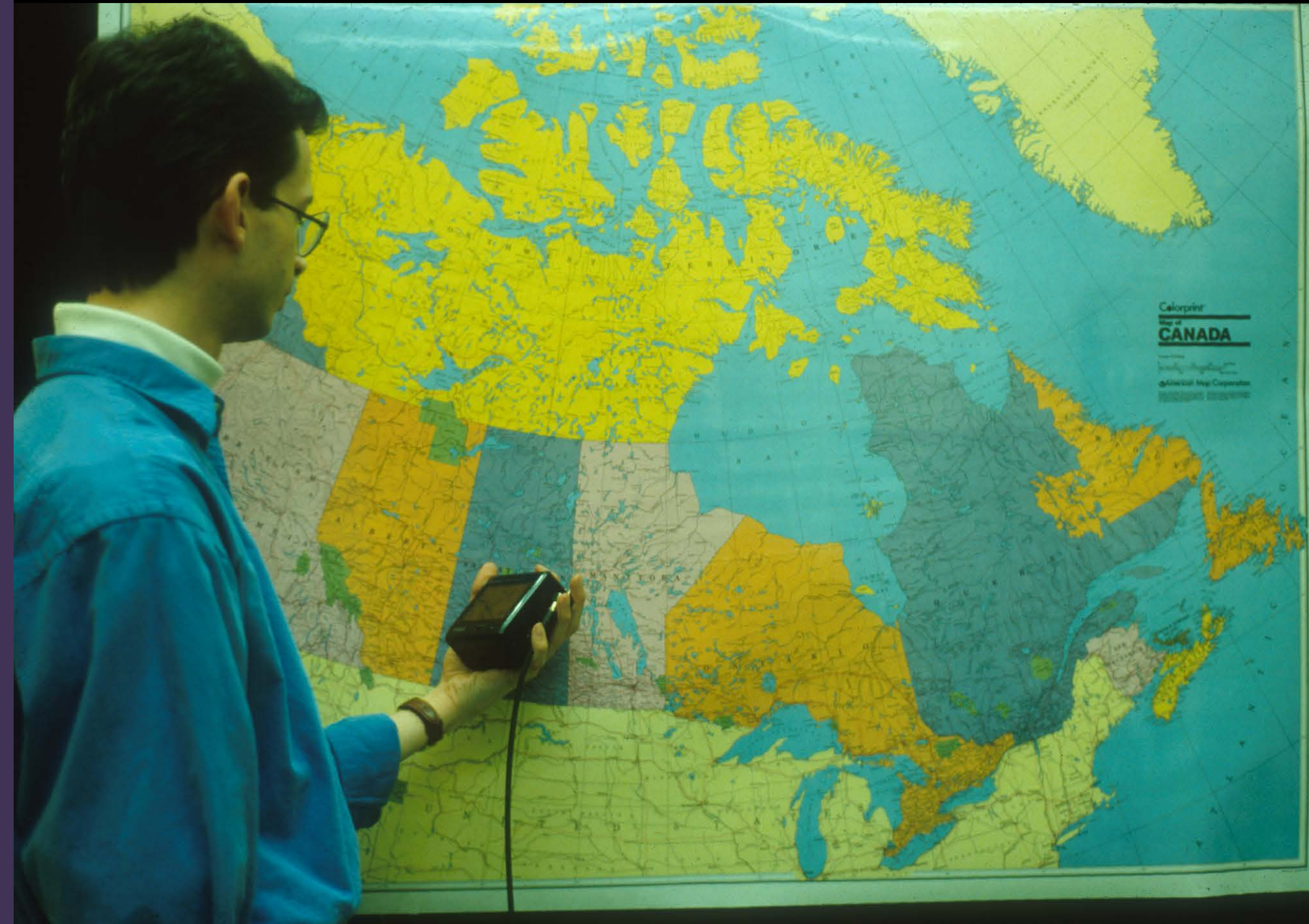
Réalité augmentée

Chameleon (Fitzmaurice, 1993)

Une image sur un écran portable :
suivi de position et d'orientation

Une loupe virtuelle :
ce qui est affiché dépend de la position
de l'écran par rapport à la carte

L'écran intègre également
des commandes manuelles (boutons)



Réalité augmentée

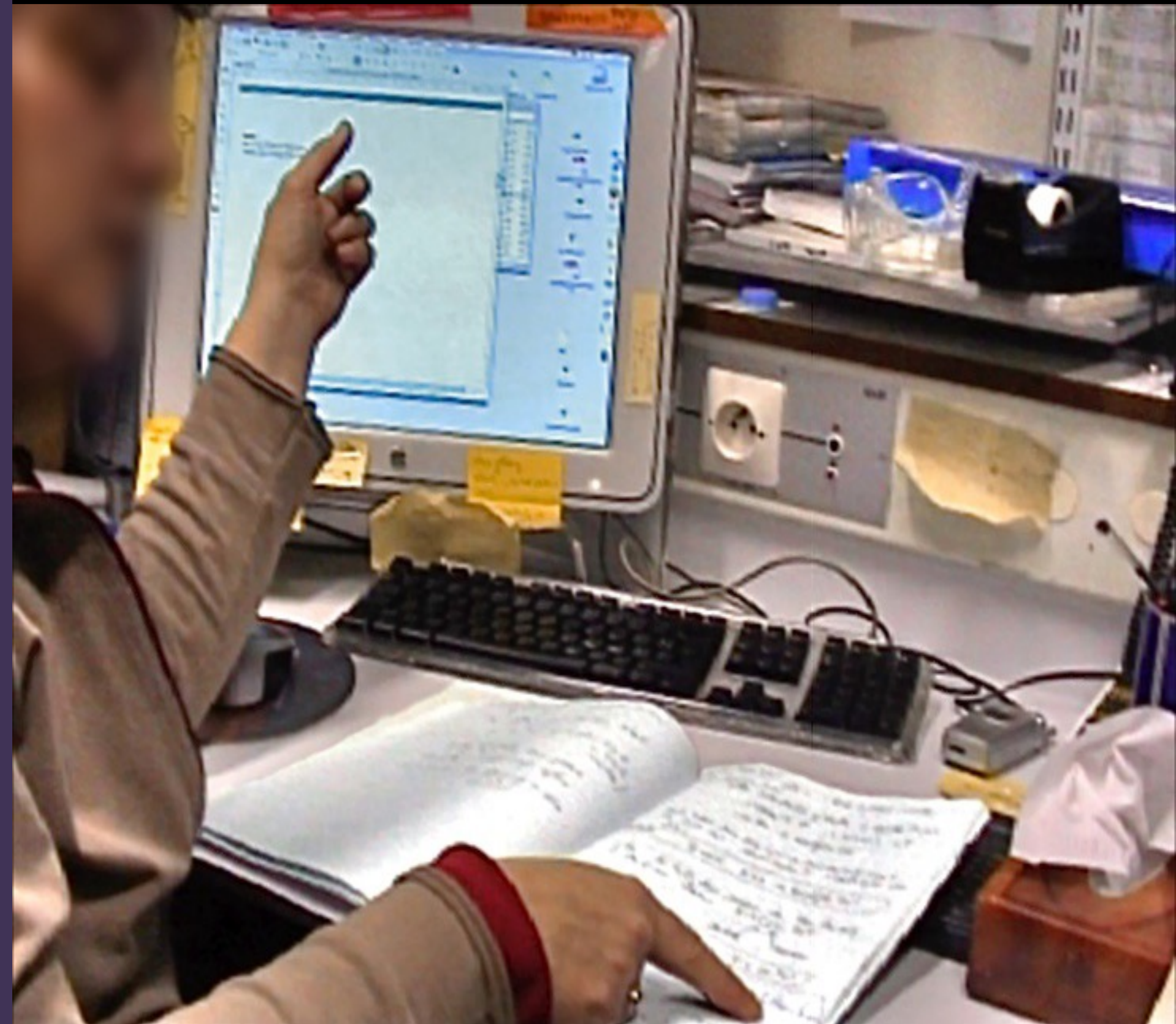
Boom Chameleon (Buxton & Fitzmaurice, 1998)

Une loupe qui regarde une scène virtuelle,
plutôt que le monde physique.



Augmenter les cahiers de laboratoire

Études sur la façon dont les biologistes interagissent avec les cahiers de laboratoire physiques et en ligne



Augmenter les cahiers de laboratoire

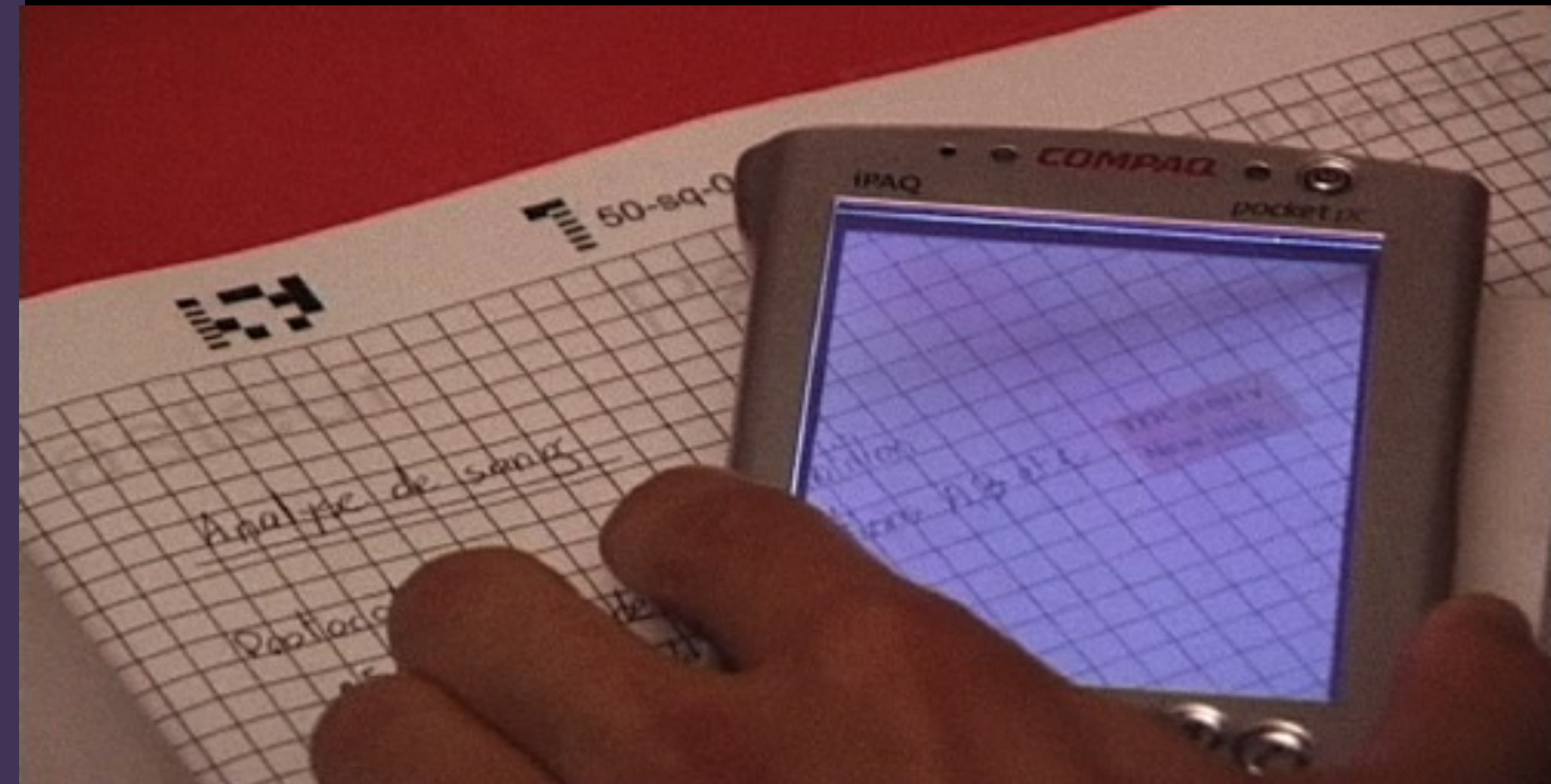
Études sur la façon dont les biologistes interagissent avec les cahiers de laboratoire physiques et en ligne



Augmenter les cahiers de laboratoire

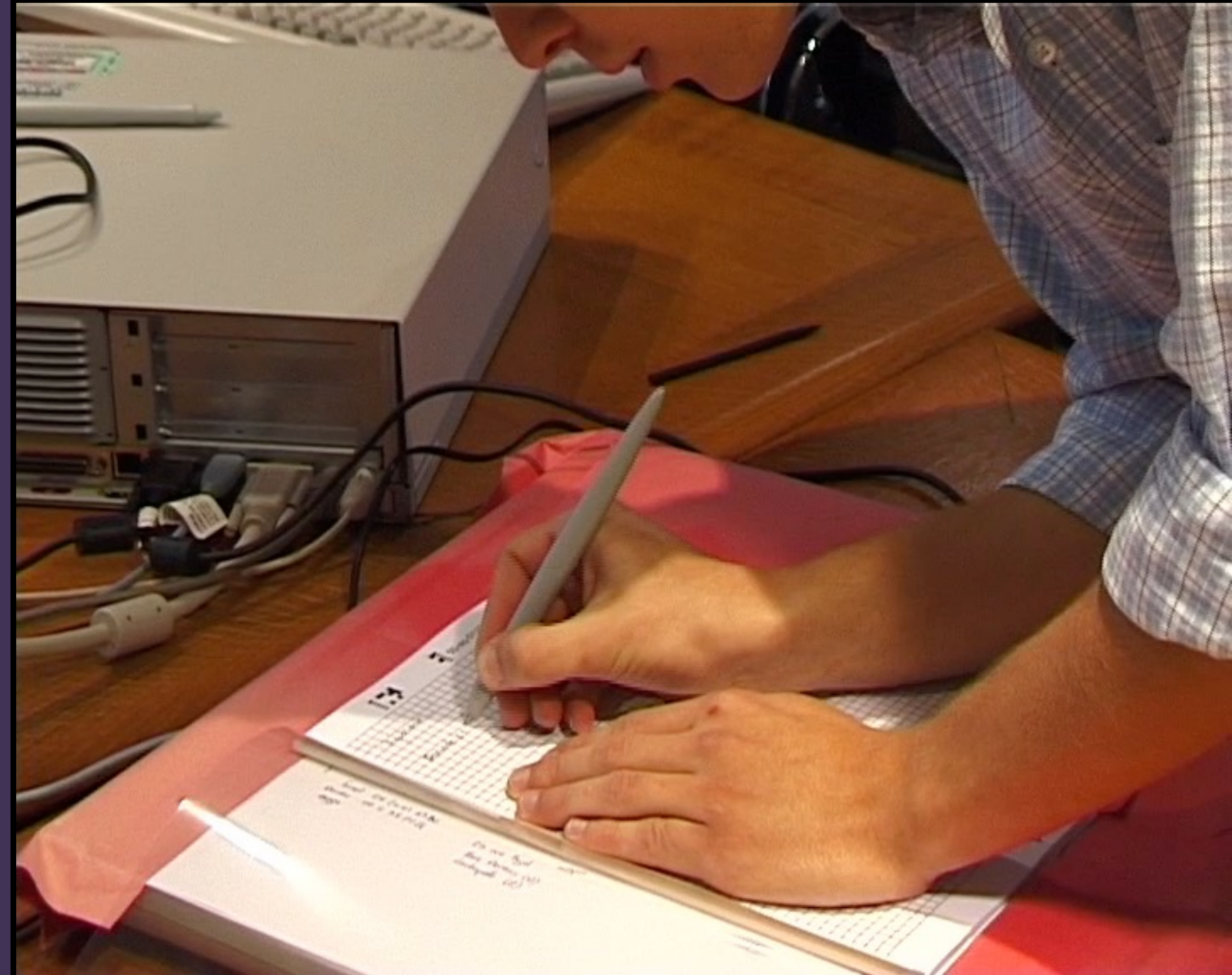
A-book (Mackay & Pothier, 2001)

Créer une « lentille magique » pour interagir avec le cahier papier



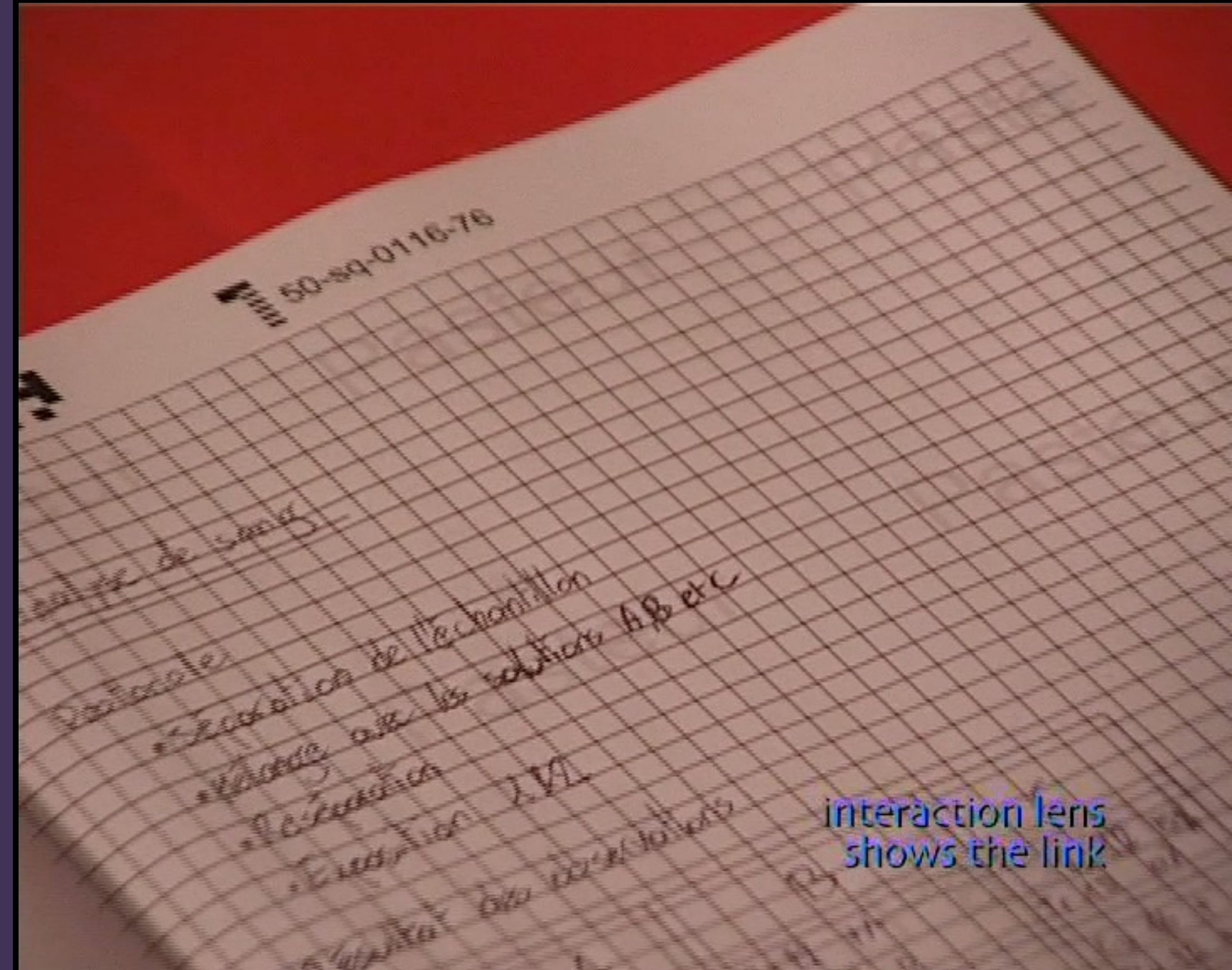
Augmenter les cahiers de laboratoire

Créer une « lentille magique » pour interagir avec le cahier papier



Augmenter les cahiers de laboratoire

Créer une « lentille magique » pour interagir avec le cahier papier



Réalité augmentée

Holodesk (Microsoft, 2012)

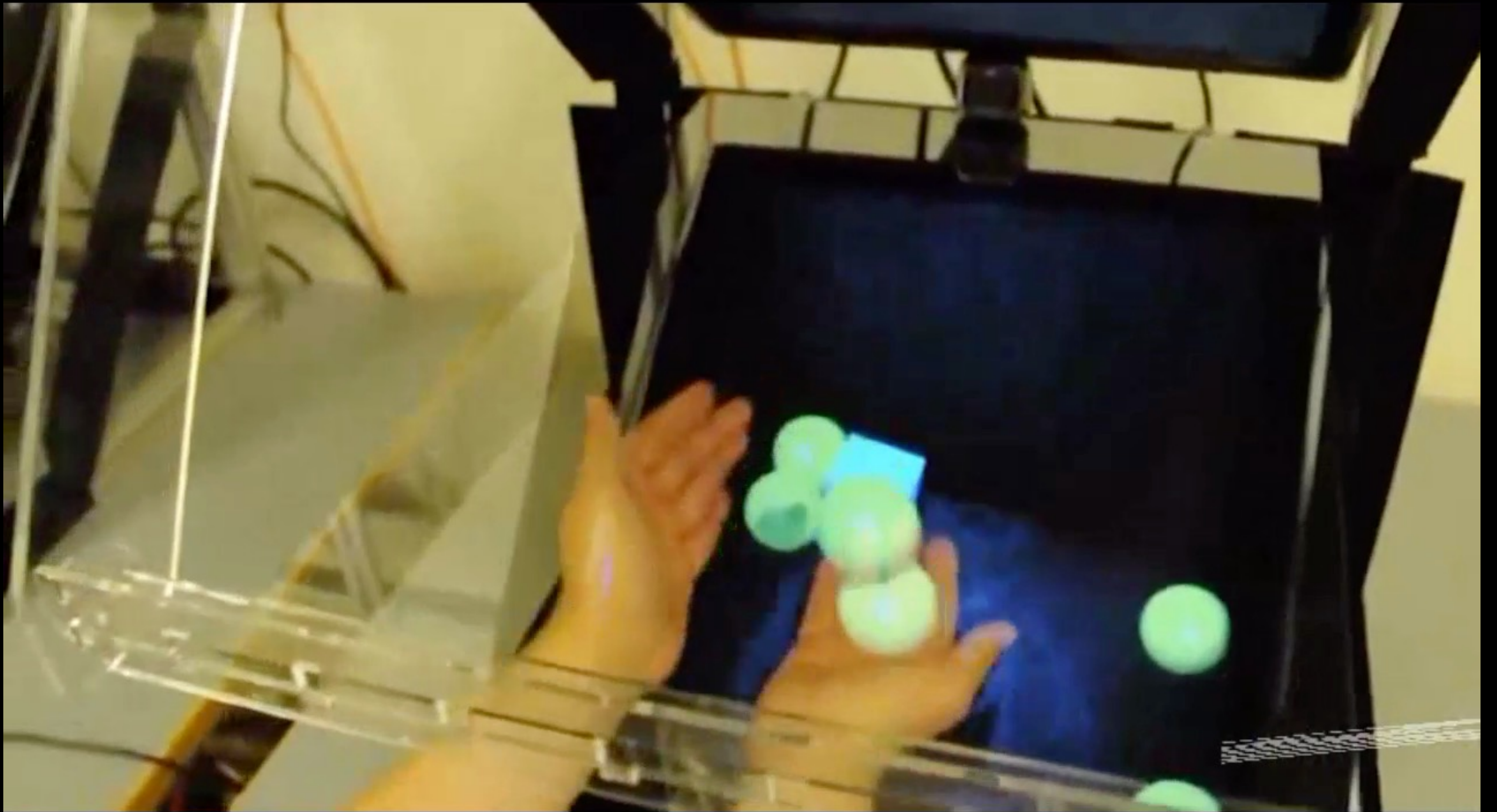
Mélanger réel et virtuel /
physique et numérique
dans le même espace

Écran semi-transparent

Suivi des mouvements de la main

Simulation physique temps réel



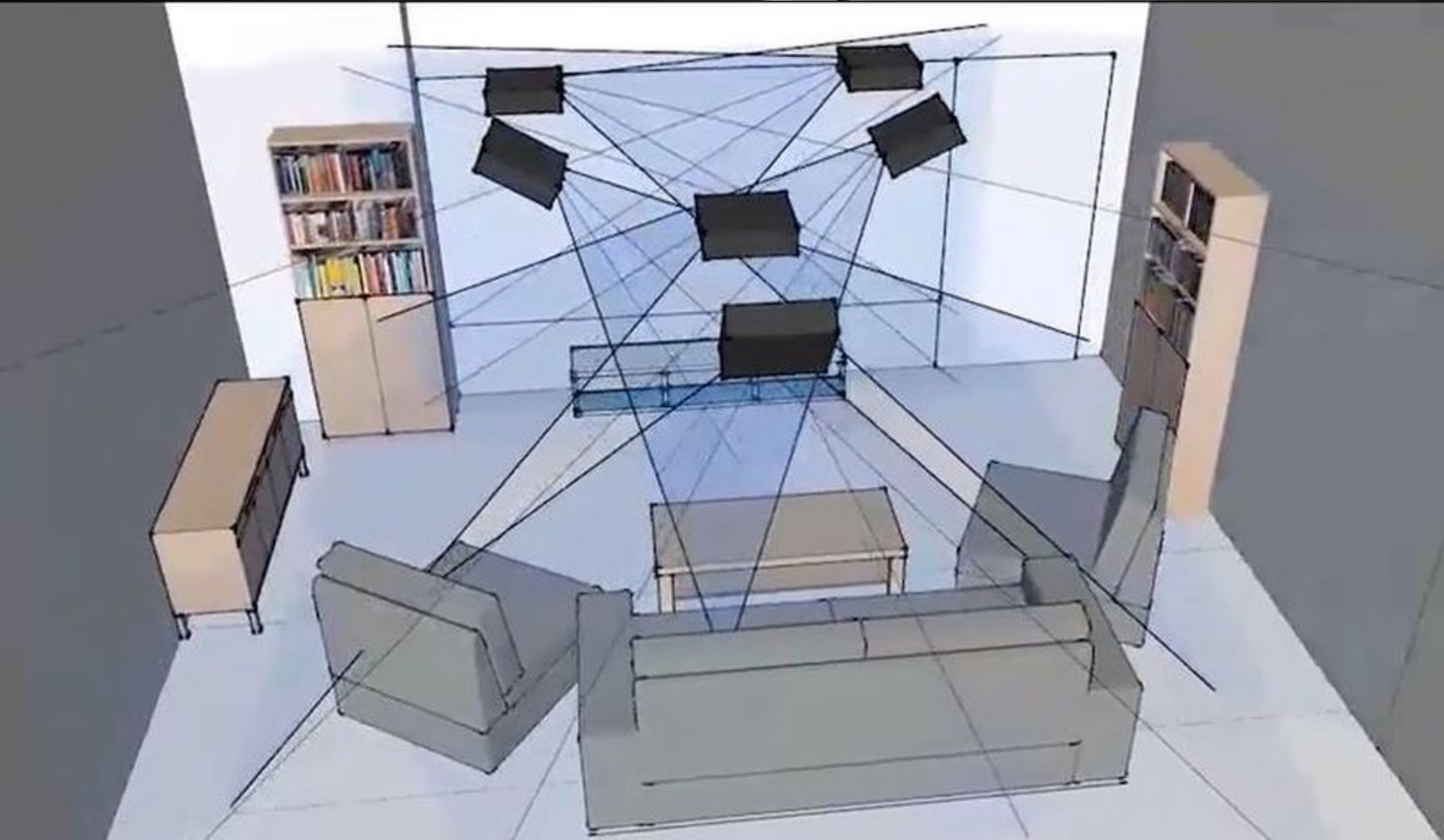




Réalité augmenté


RoomAlive (microsoft, 2014)

Transforme une pièce en une expérience de divertissement immersive



Projection qui adapte dynamiquement le contenu à n'importe quelle pièce

Les utilisateurs peuvent toucher, tirer, et interagir avec le contenu projeté qui coexiste avec l'environnement physique

A man and a woman are standing in a living room, looking at a large, glowing orange and black spider-like creature that appears to be crawling on the wall. The room is dimly lit, with a guitar leaning against a side table and a coffee table in the foreground. The spider has a glowing orange body and black legs, and it is positioned on a light-colored wall above a blue and white TV stand. The man is wearing a plaid shirt and blue jeans, and the woman is wearing a black top and purple pants. The overall atmosphere is mysterious and interactive.

With RoomAlive, users can touch, shoot, and dodge augmented content.



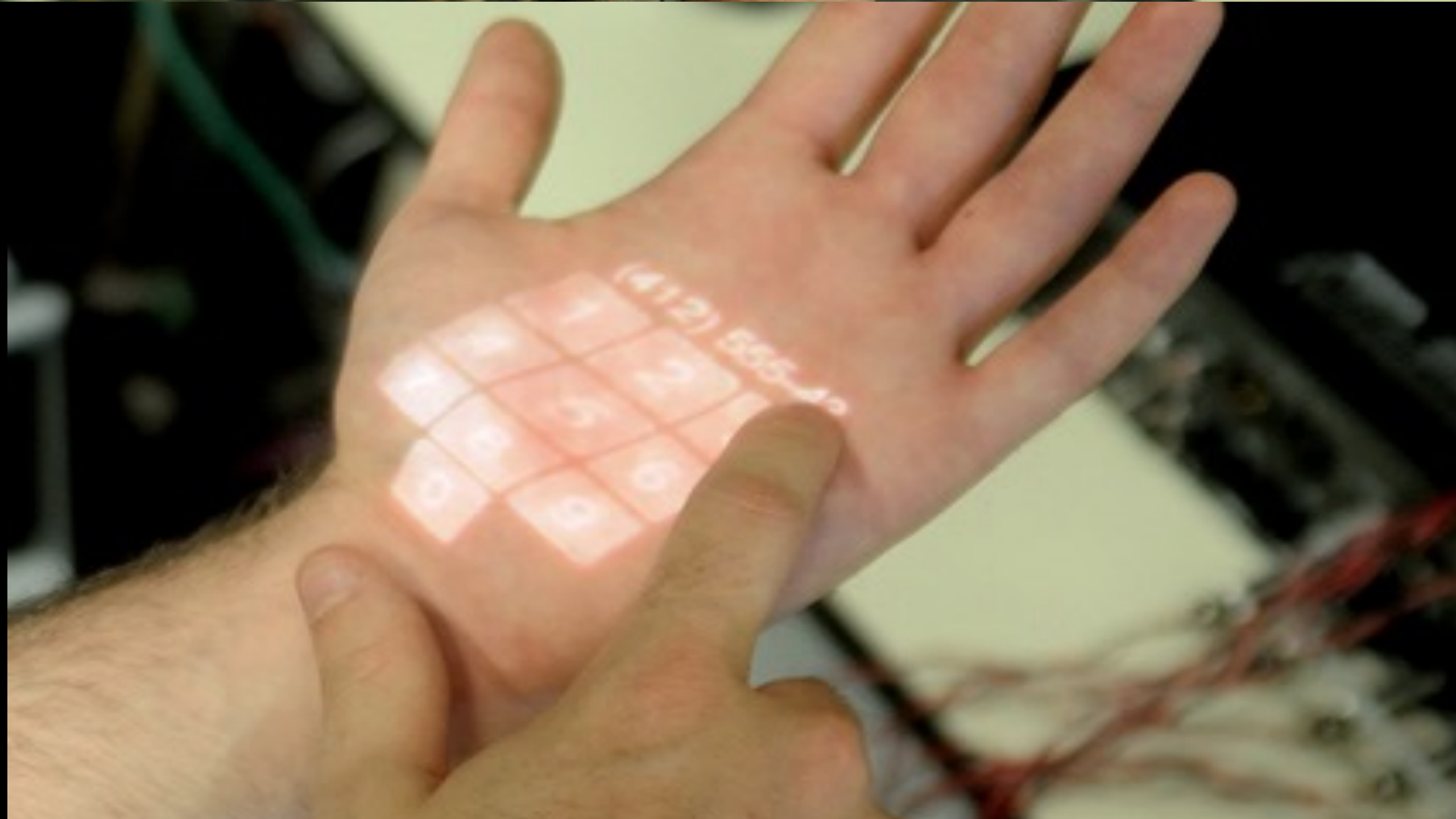
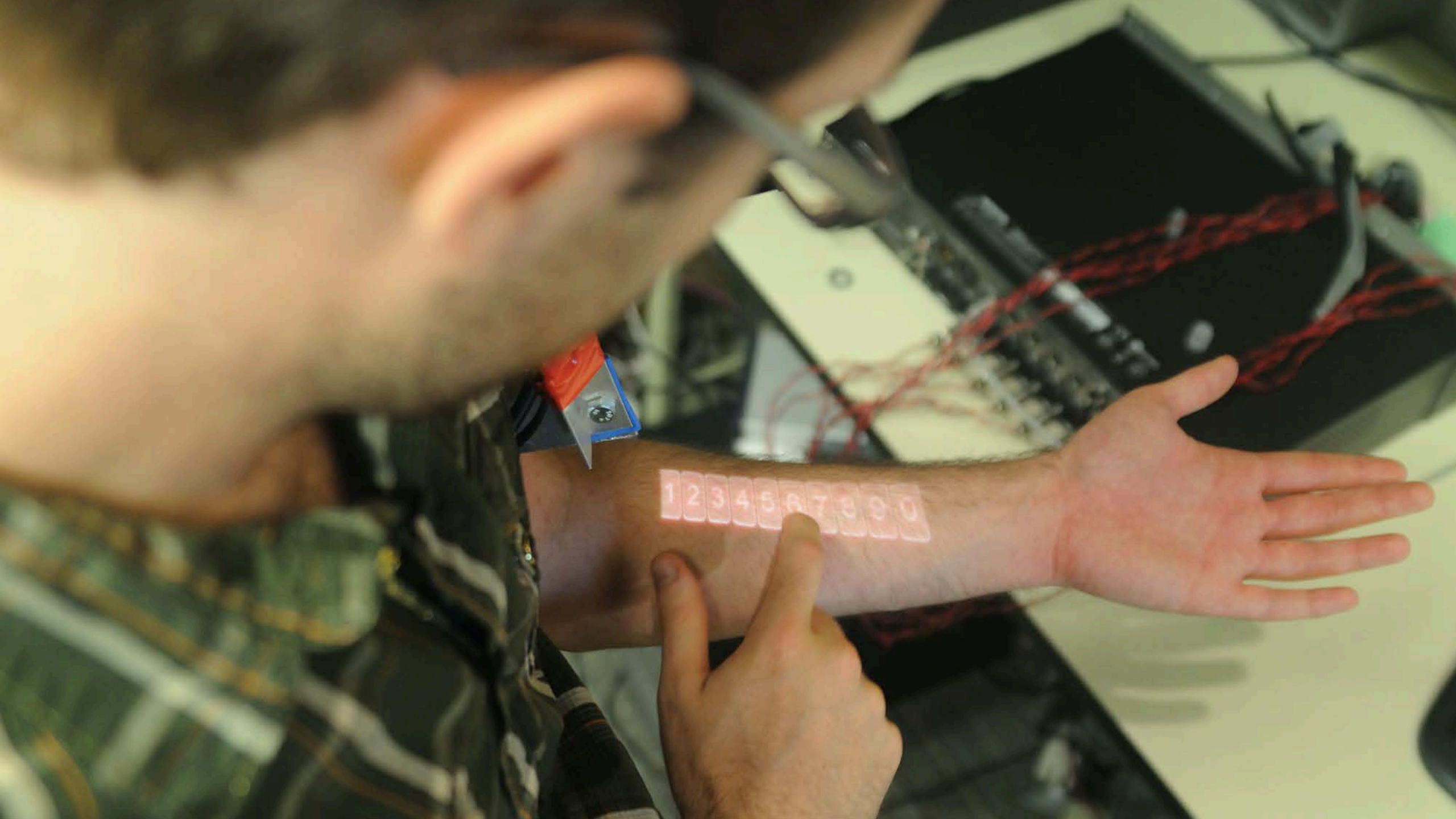
Réalité augmentée

De l'informatique portée (MIT, 1990's)
à Google Glass (2010)

Ajouter de l'information au monde physique
en fonction du contexte

Information personnalisée
car vue seulement par le porteur





Réalité augmentée

Skinput (Harrison, 2016)

Appropriation du corps humain
en tant que dispositif d'entrée/sortie



Réalité augmentée

Hololens (Microsoft)

Affichage d'informations qui
se fond dans le monde réel, ou
qui simulent un monde virtuel

Multiples capteurs,
optique avancée
traitement holographique



La réalité mixte
Interfaces tangibles

Augmenter les objets physiques
Interagir via des objets physiques

Visualisation tangible d'information

Jansen (2014)

Visualisation physique d'informations en 3D

Tâche de recherche d'information

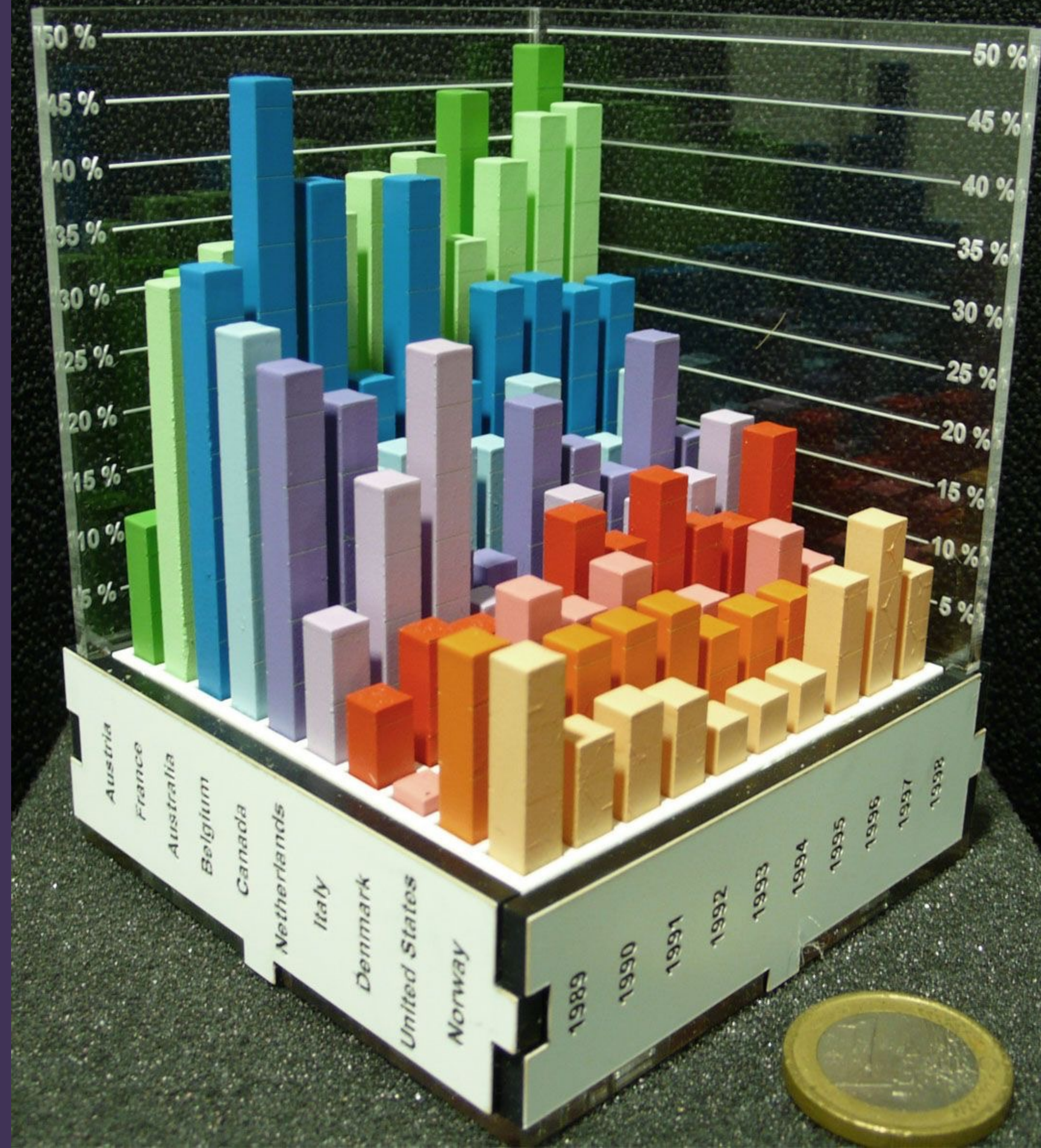
Comparer :

objet physique en 3D

visualisation 2D à l'écran

visualisation 3D à l'écran

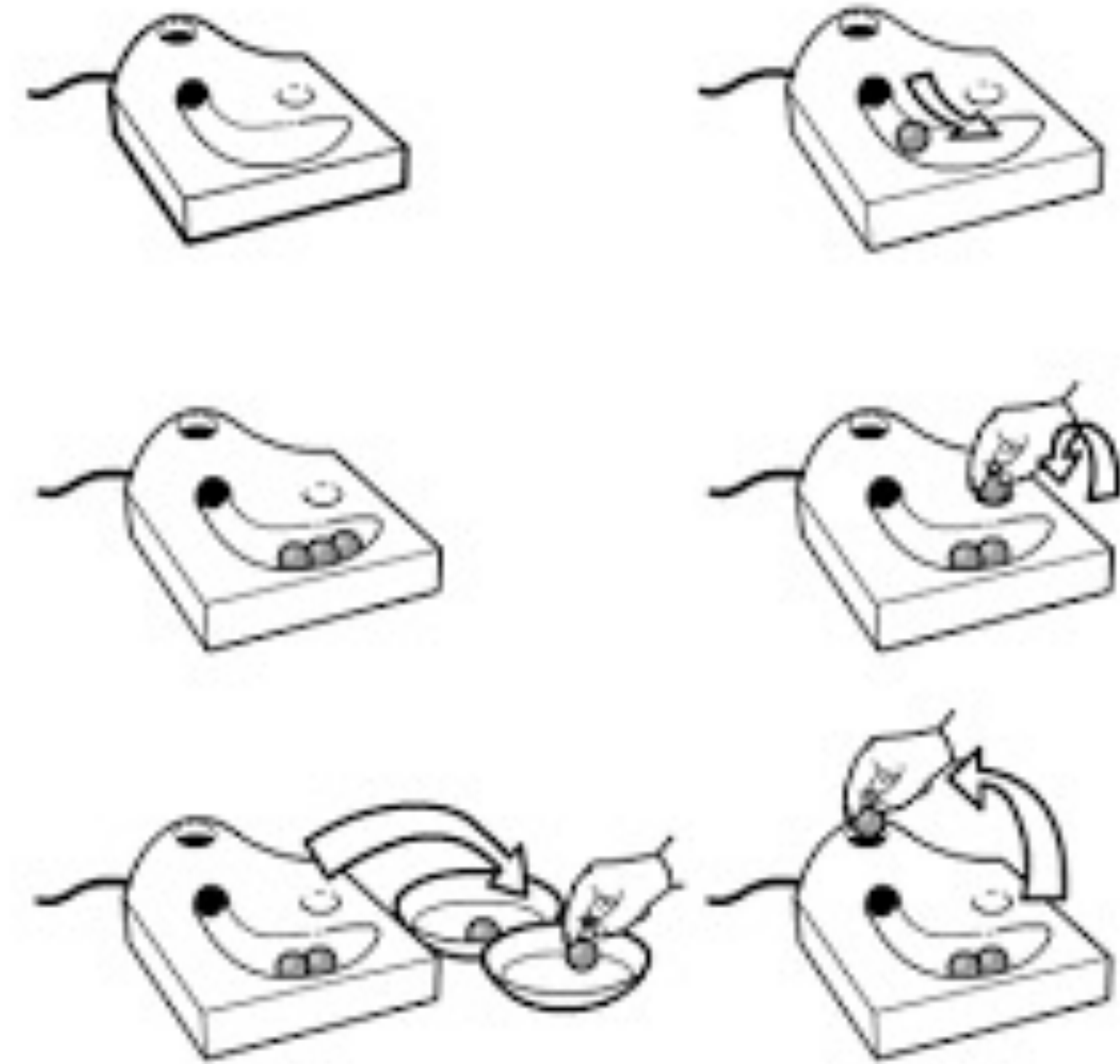
La version physique est supérieure grâce à
la possibilité d'être manipulée
le parfait réalisme visuel



Marble answering machine Bishop (1992)

Projet de thèse pour le
Royal Collège d'Art, Londres

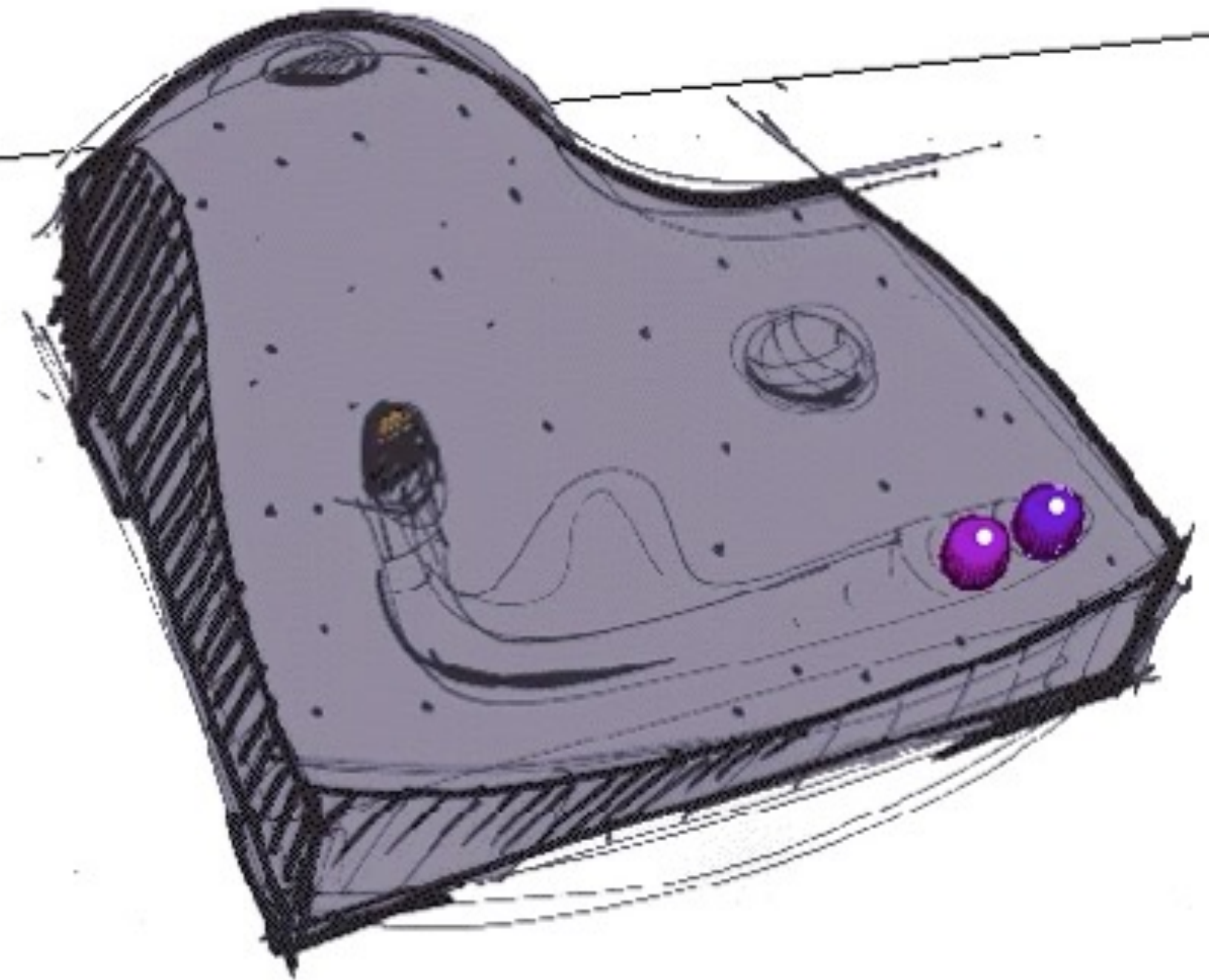
Répondeur téléphonique ... tangible



Marble answering machine Bishop (1992)

Projet de thèse pour le
Royal Collège d'Art, Londres

Répondeur téléphonique ... tangible



Interfaces tangibles

Graspable Interfaces (Fitzmaurice, 1999)

Poignées physiques pour manipuler
des formes graphiques

Interaction à deux mains

Déplacement, rotation, torsion



A) Separating LEGO bricks

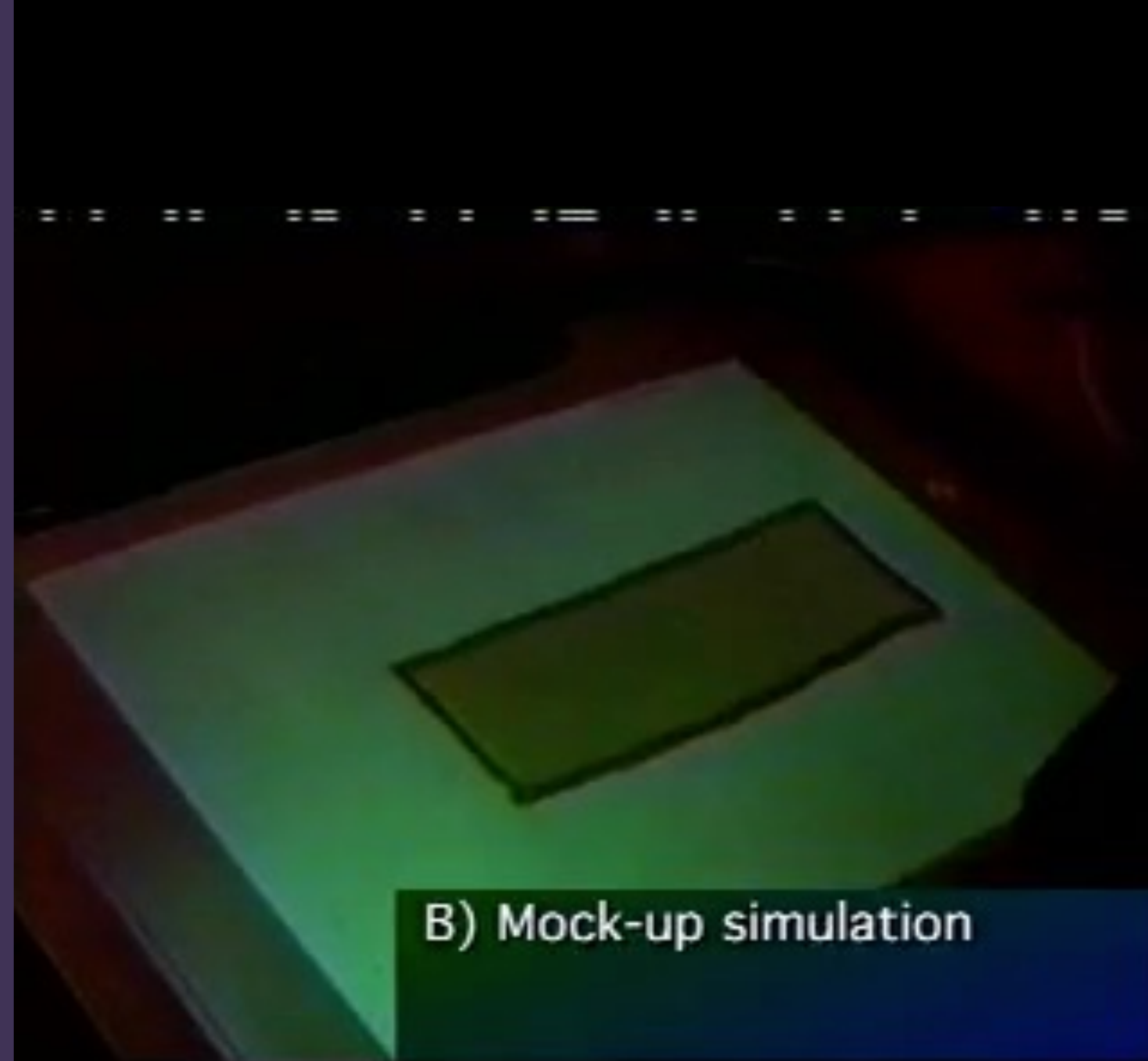
Interfaces tangibles

Graspable Interfaces (Fitzmaurice, 1999)

Poignées physiques pour manipuler
des formes graphiques

Interaction à deux mains

Déplacement, rotation, torsion



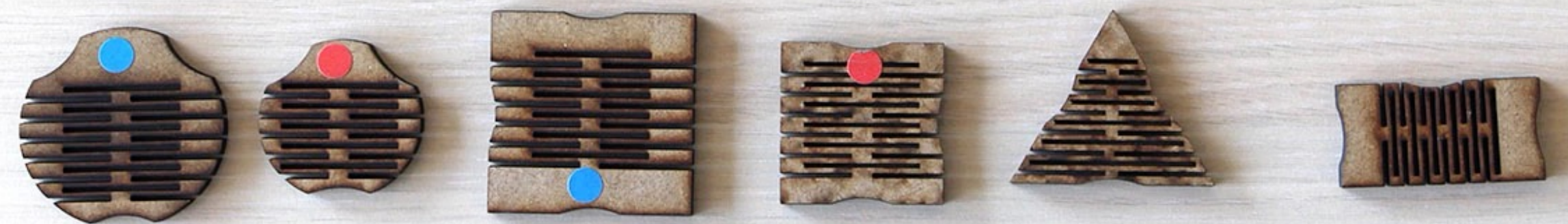
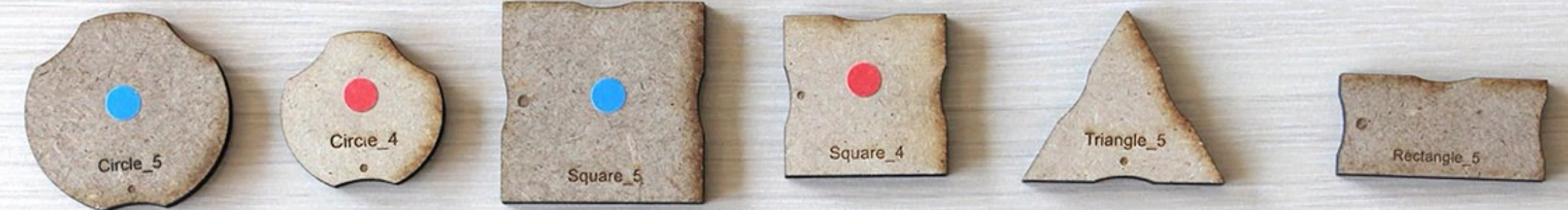
Interfaces tangibles

TouchTokens (Appert, 2016)

Jetons physiques

forme unique reconnue lorsqu'on le prend et le pose sur une surface tactile

Détection de la position des doigts,
pas du jeton lui-même



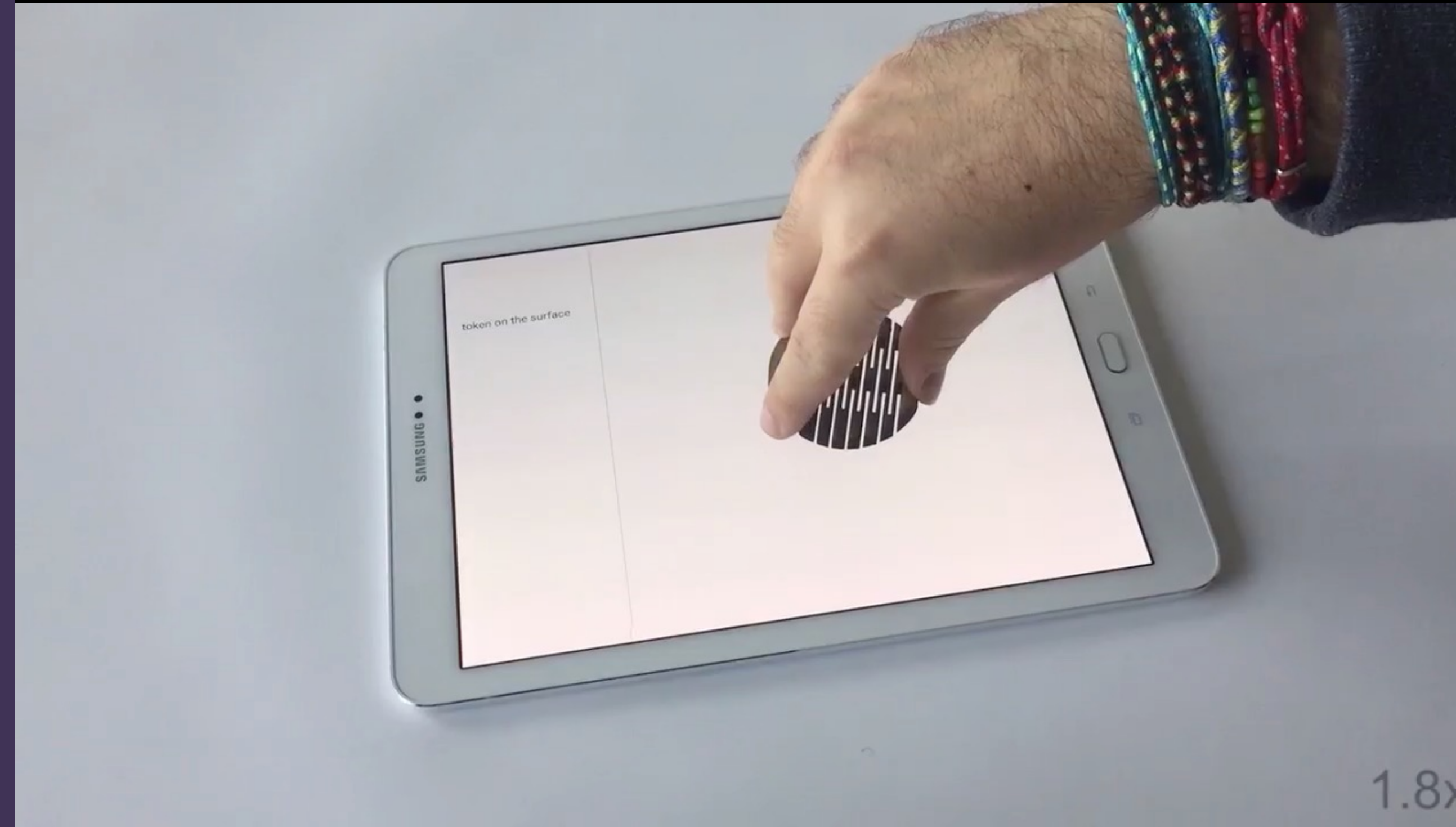
Interfaces tangibles

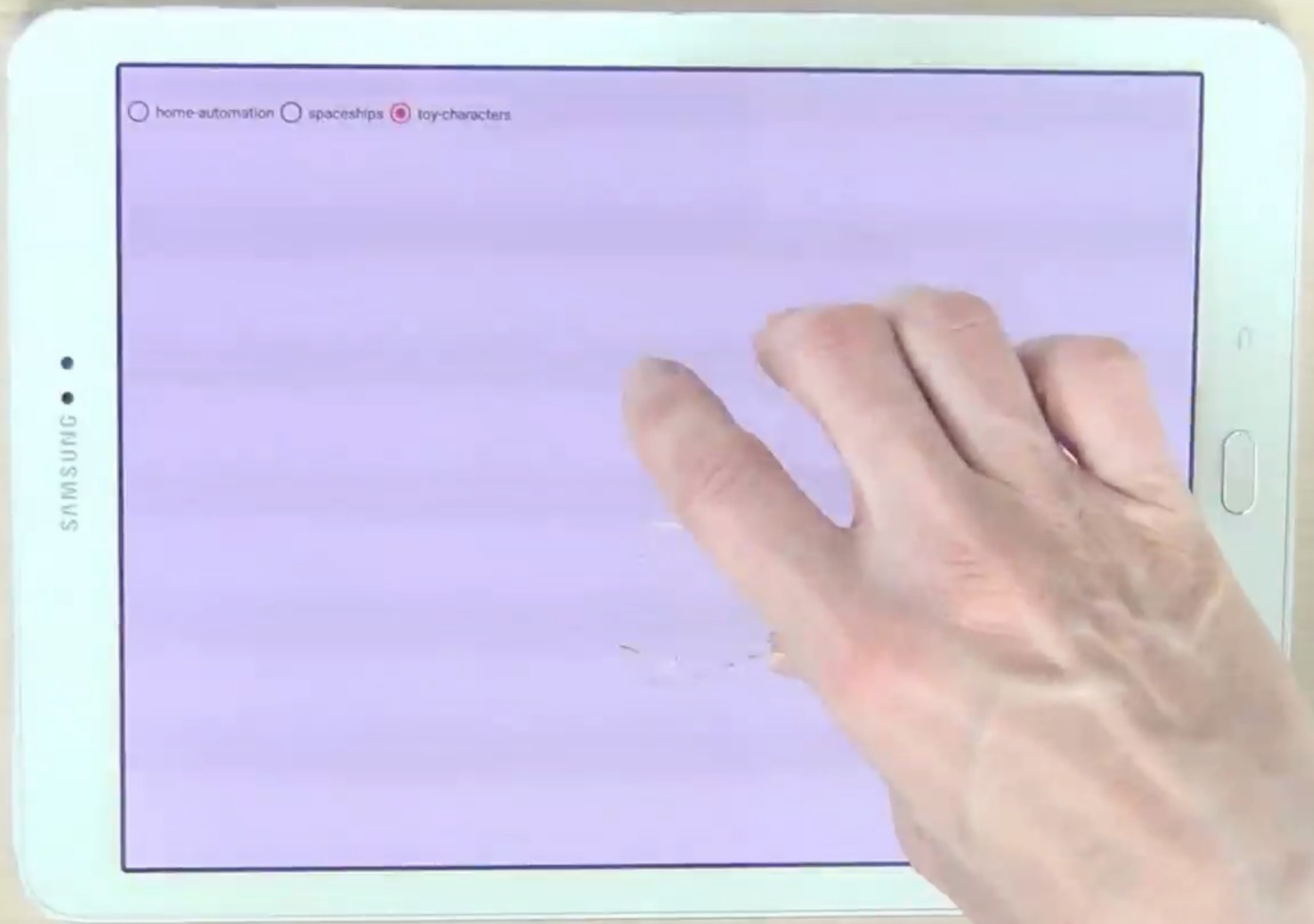
TouchTokens (Appert, 2016)

Jetons physiques

forme unique reconnue lorsqu'on le prend et le pose sur une surface tactile

Détection de la position des doigts,
pas du jeton lui-même



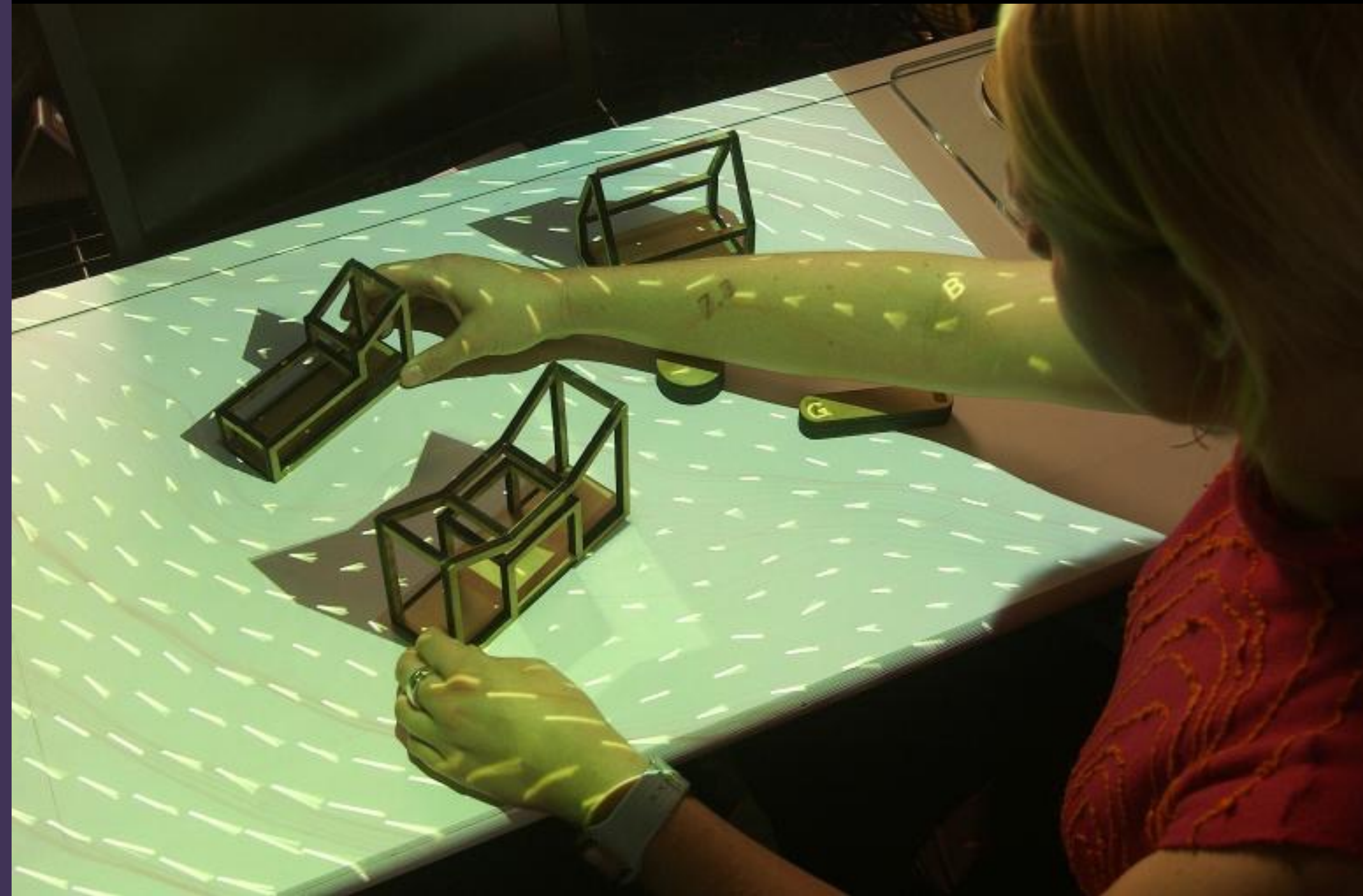


home-automation spaceships toy-characters

Interfaces tangibles

Luminous Room (Underkoffler et al., 1999)

Simulation numérique de l'effet du vent et
du soleil sur un bâtiment représenté
par une maquette physique



Interfaces tangibles

Luminous Room (Underkoffler, 1999)

la planification urbaine

Simulation numérique de l'effet du vent et
du soleil sur un bâtiment représenté
par une maquette physique

urp:

**an urban planning tool
with information attached
to real-world models**

Téléprésence physique

Inform (Leithinger et al., 2013)

Manipuler et partager
des objets physiques à distance
des rendus physiques
de contenus numériques

Les utilisateurs peuvent interagir
avec l'information numérique
d'une manière tangible grâce
à un écran 3D



PHYSICAL TELEPRESENCE

Shape Capture & Display for Embodied, Computer-mediated Remote Collaboration

Daniel Leithinger, Sean Follmer, Alex Olwal, Hiroshi Ishii



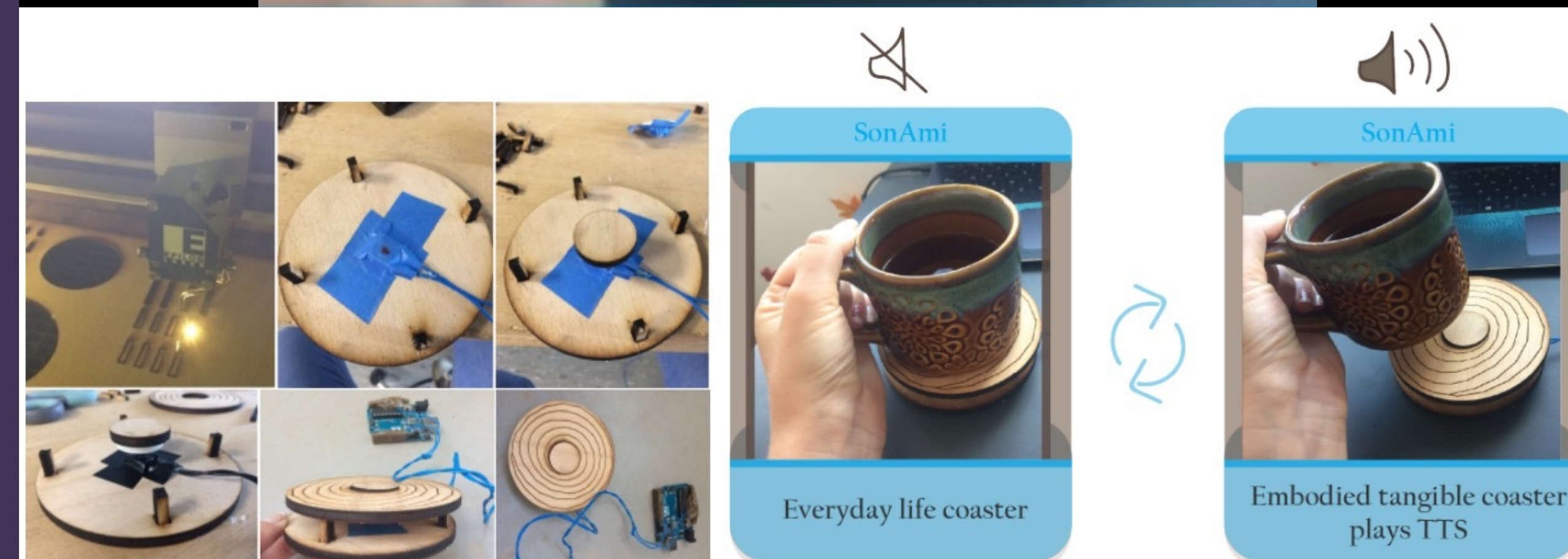
Objets augmentés

Sonami (Belakova & Mackay, 2021)

Une tasse qui détecte lorsqu'on
la prend en main

Destinée à un auteur de romans

Lorsqu'il prend la tasse,
l'ordinateur lit le texte
avec les voix des personnages



a. Building process

b. SonAmi in use

Objets augmentés

Tangicam (Labrune & Mackay 2007)

Cadre physique pour prendre des photos

Prendre la photo en pressant l'anneau

Plus facile pour les enfants



Objets augmentés

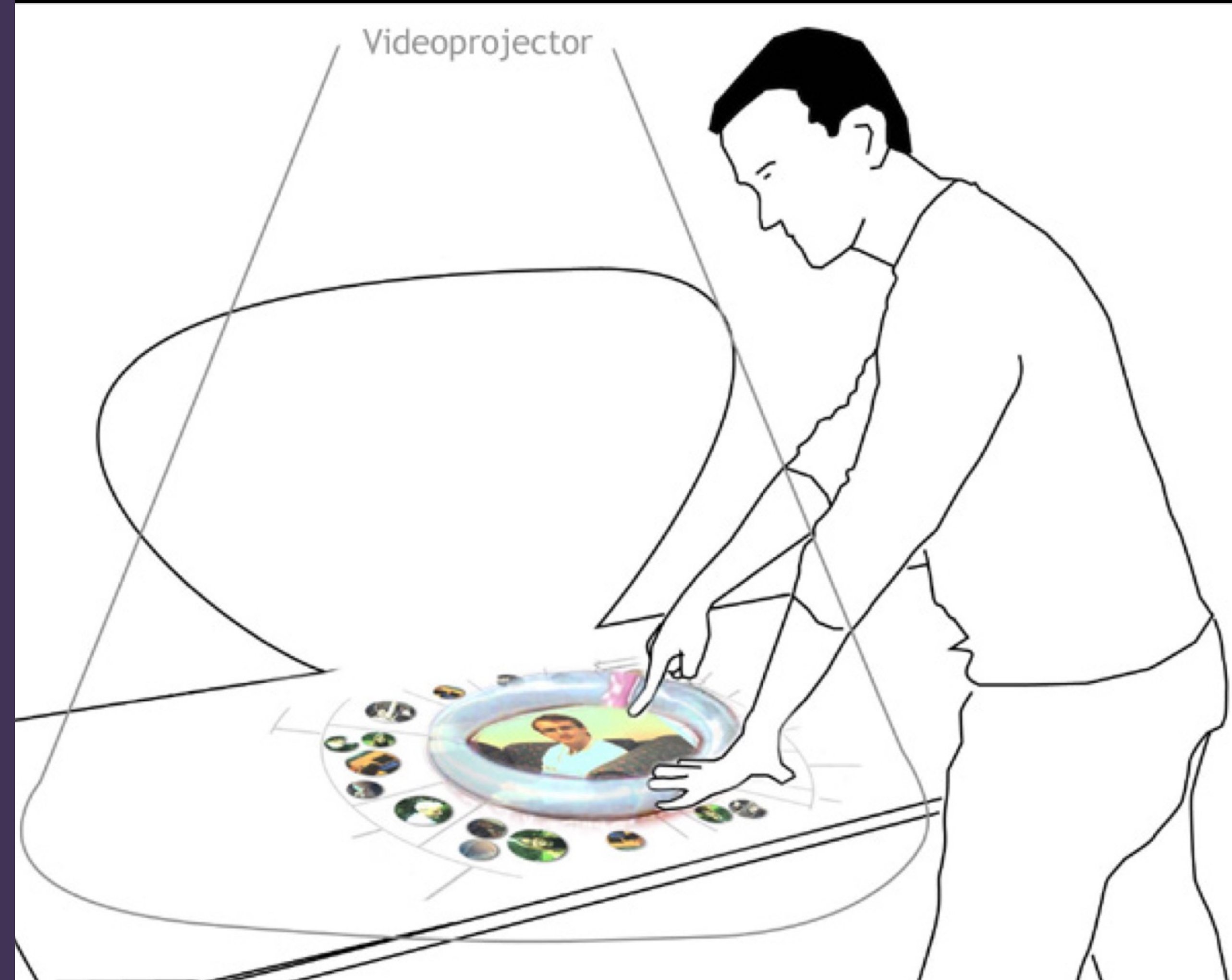
Tangicam (Labrune & Mackay 2007)

Cadre physique pour prendre des photos

Prendre la photo en pressant l'anneau

Plus facile pour les enfants

Visualiser les photos en posant le cadre
sur une table interactive



Objets augmentés

Sonic Hoop (Liu et al., 2021)

Un cerceau aérien qui
génère un retour auditif par une
détection tactile capacitive
sur le cerceau

Un instrument de musique numérique
dont les interprètes peuvent jouer
avec leur corps

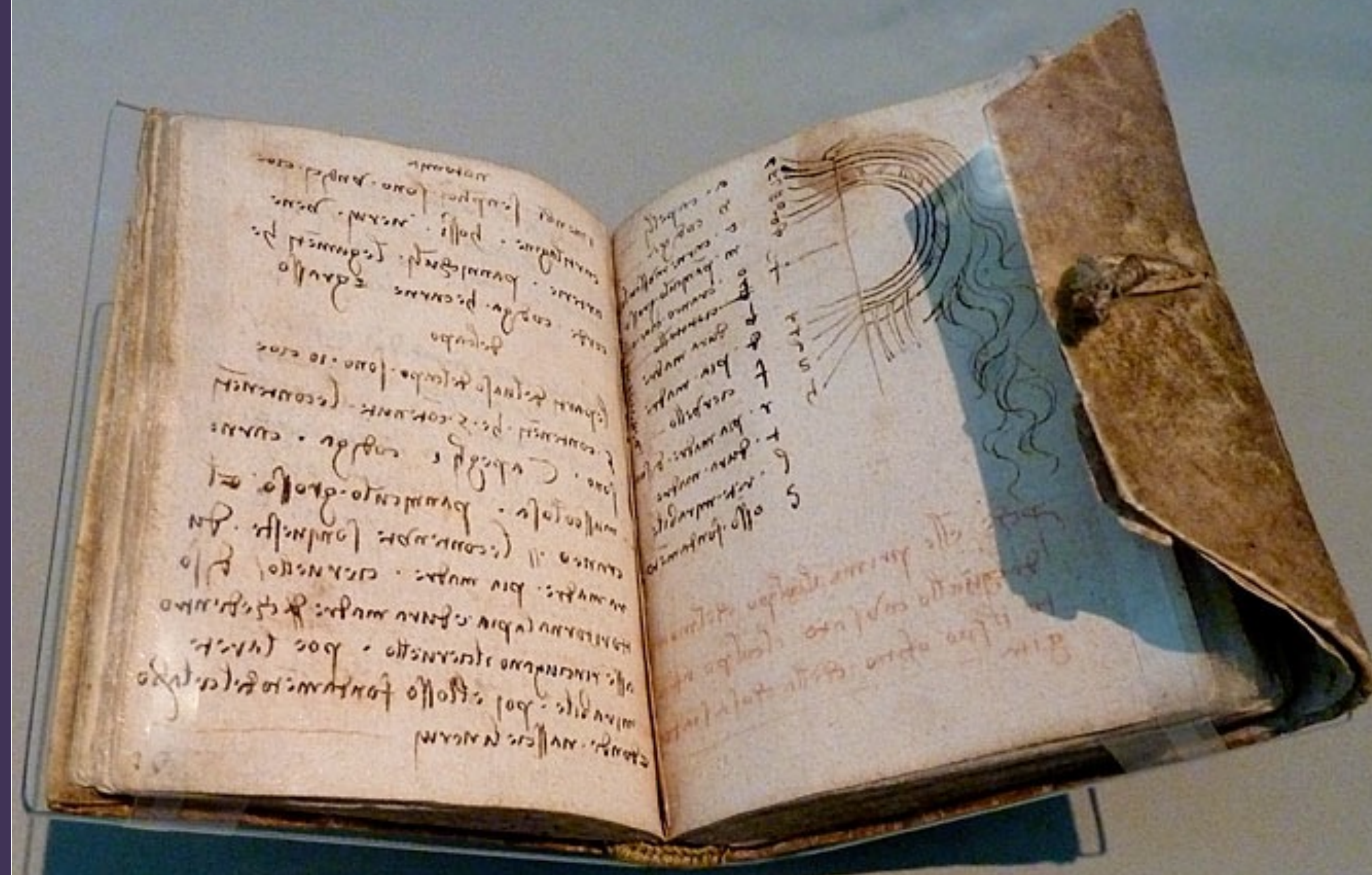


Le papier interactif

un support incroyablement
flexible et interactif

Le papier est un artefact
physique et cognitif

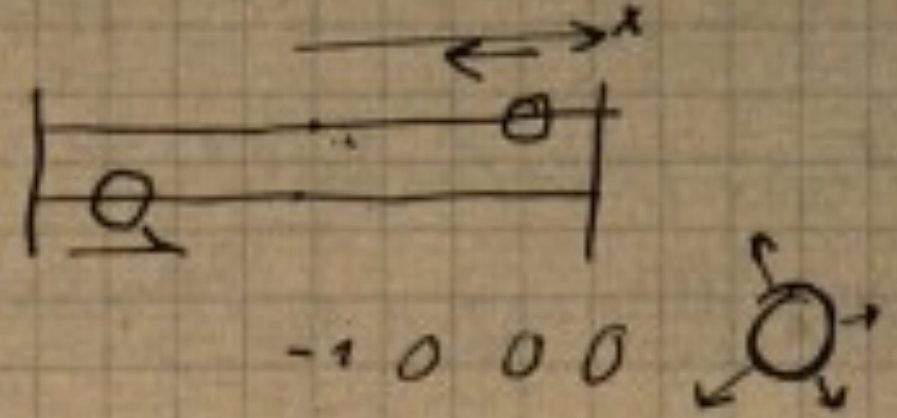
Le carnet de Léonard de Vinci



Exploration cognitive diversifiée des équations mathématiques (A. Einstein)

1. Komponente der ponderomotorischen Kraft:

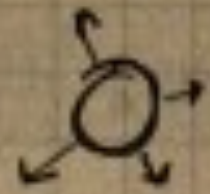
$$-\frac{\sum \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x_0} \dot{x}_\mu \dot{x}_\nu \frac{1}{g_{44}}}{\sqrt{g_{44} + g_{11}\dot{x}^2 + \dots}}$$



Energie des Punktes

$$\frac{(g_{11} \frac{dx}{dt} + g_{22} \frac{dy}{dt} + g_{44}) \frac{1}{g_{44}}}{\sqrt{g_{44} + g_{11}\dot{x}^2 + \dots}}$$

$$\begin{matrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c^2 \end{matrix}$$



g_{14} g_{24} ... verschwinden sicher im statischen Felde.

Soll die Kraft sich ändern, wie die Energie, so müssen im statischen Felde g_{11} , g_{22} etc. verschwinden.

Statischer Spezialfall.

$$\chi_x = \frac{1}{c} \frac{\partial c}{\partial x} \frac{\partial c}{\partial x} - \frac{1}{2c} \text{grad}^2 c$$

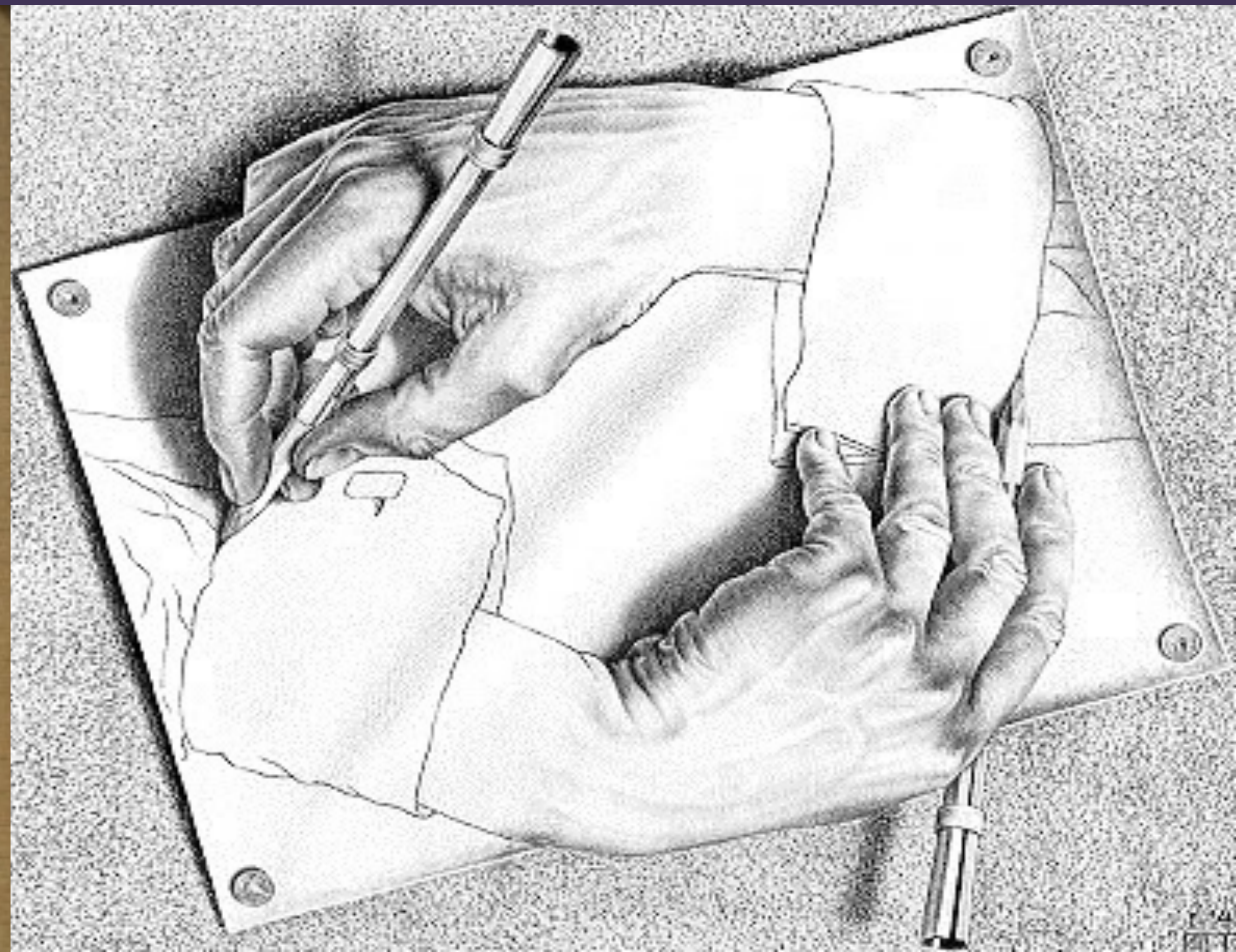
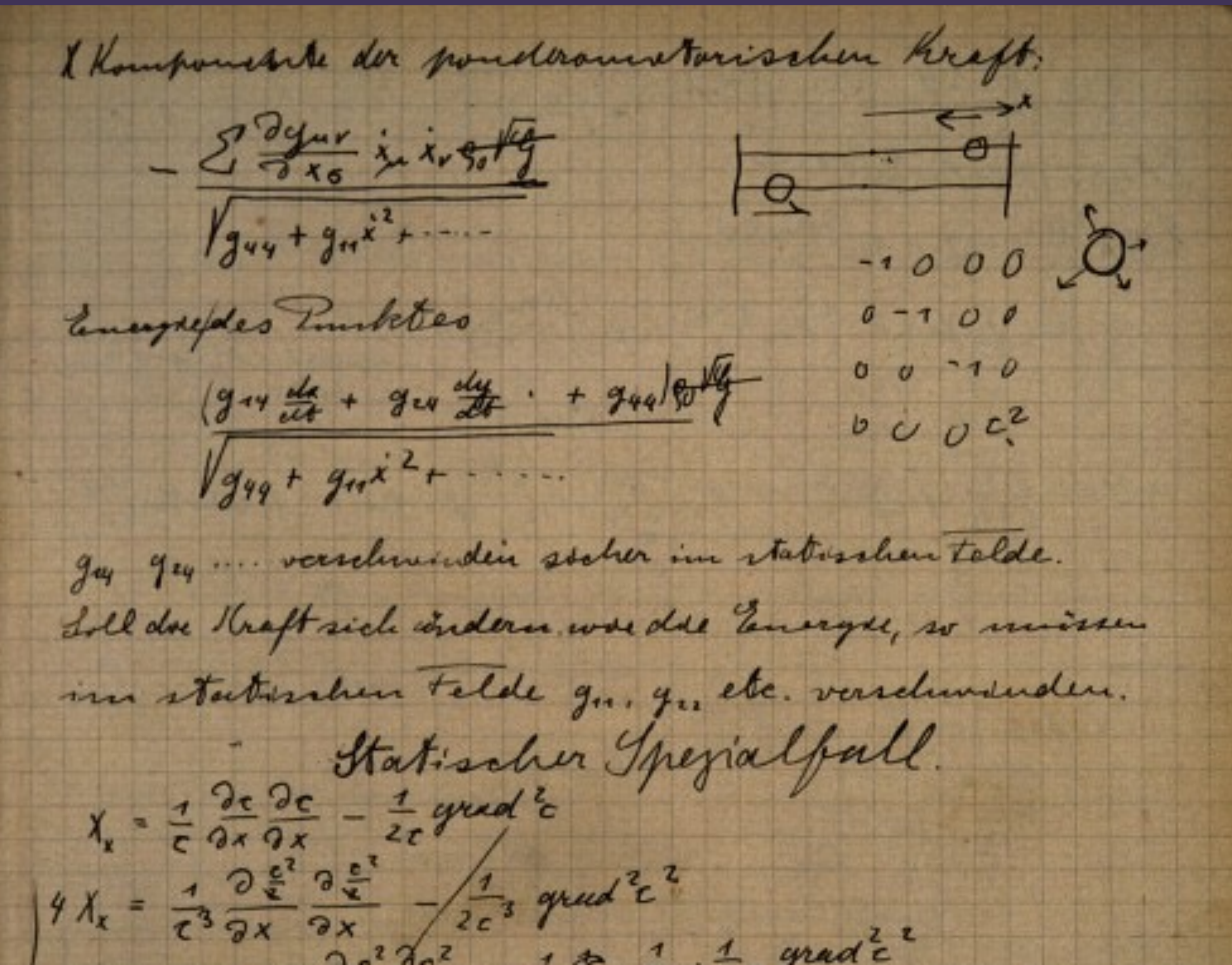
$$4\chi_x = \frac{1}{c^3} \frac{\partial c^2}{\partial x} \frac{\partial c^2}{\partial x} - \frac{1}{2c^3} \text{grad}^2 c^2$$

Exploration cognitive diversifiée

des équations mathématiques (A. Einstein)

aux dessins élaborés

(M.C. Escher)



Exploration cognitive diversifiée

d'un poème

(e.e. cummings)

Molly Milly
milly and molly and maggie and may
went down to the beach (to play one day)
over clear
and maggie discovered a shell that sang
until she'd forgotten her deadliest troubles, and
completely away from her mind
molly adopted a living star
whose rays five lazy fingers were;
molly ran from a horror
and milly outwitted a mischievous thing
which walked sideways while blowing bubbles; and

may came home with a smooth round stone
as small as a world and as large as alone,
less in the world, you'd say
So whatever we lose (like a you or a me)
it's always ourselves we find in the sea.
*for happy
so if leaving
it's always*
*So if leaving is as
easy as leaving
it's always*

Exploration cognitive diversifiée

d'un poème

(e.e. cummings)

à une partition musicale

(J.S. Bach)

Handwritten notes: madly milly, completely wrong, did you know, her she was free, molly, and, in response, 5' of love, it's always, for happy, so if leaving, it's always

milly and molly and maggie and may
went down to the beach (to play one day)

and maggie discovered a shell that sang
until she'd forgotten her deadliest troubles, and

molly adopted a living star
whose rays five lazy fingers were;

and milly outwitted a mischievous thing
which walked sideways while blowing bubbles; and

may came home with a smooth round stone
as small as a world and as large as alone

So whatever we lose (like a you or a me)
it's always ourselves we find in the sea

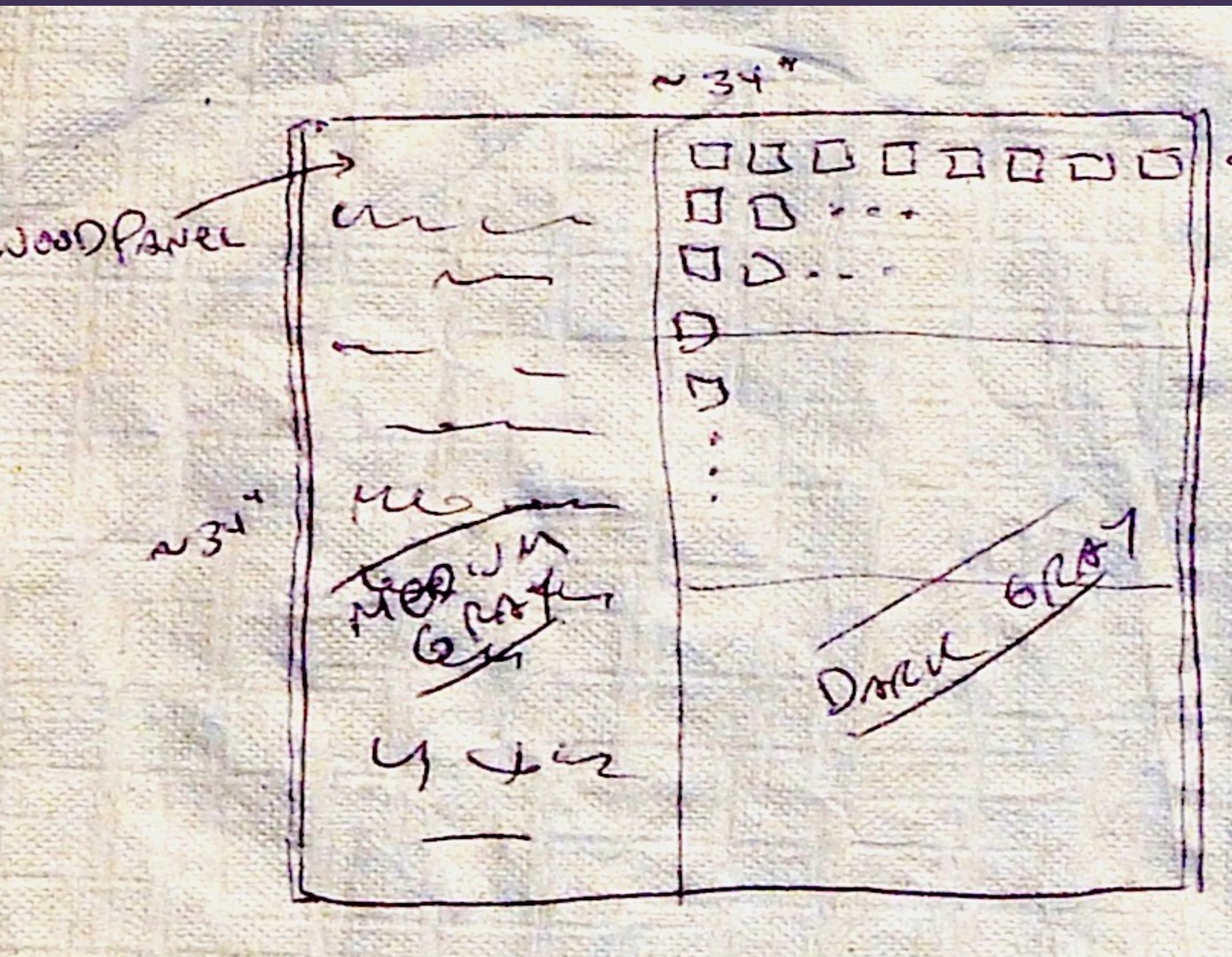
Handwritten notes: 3' 6.7

Gigue.

peut être éphémère

... ou permanent

un croquis sur une serviette

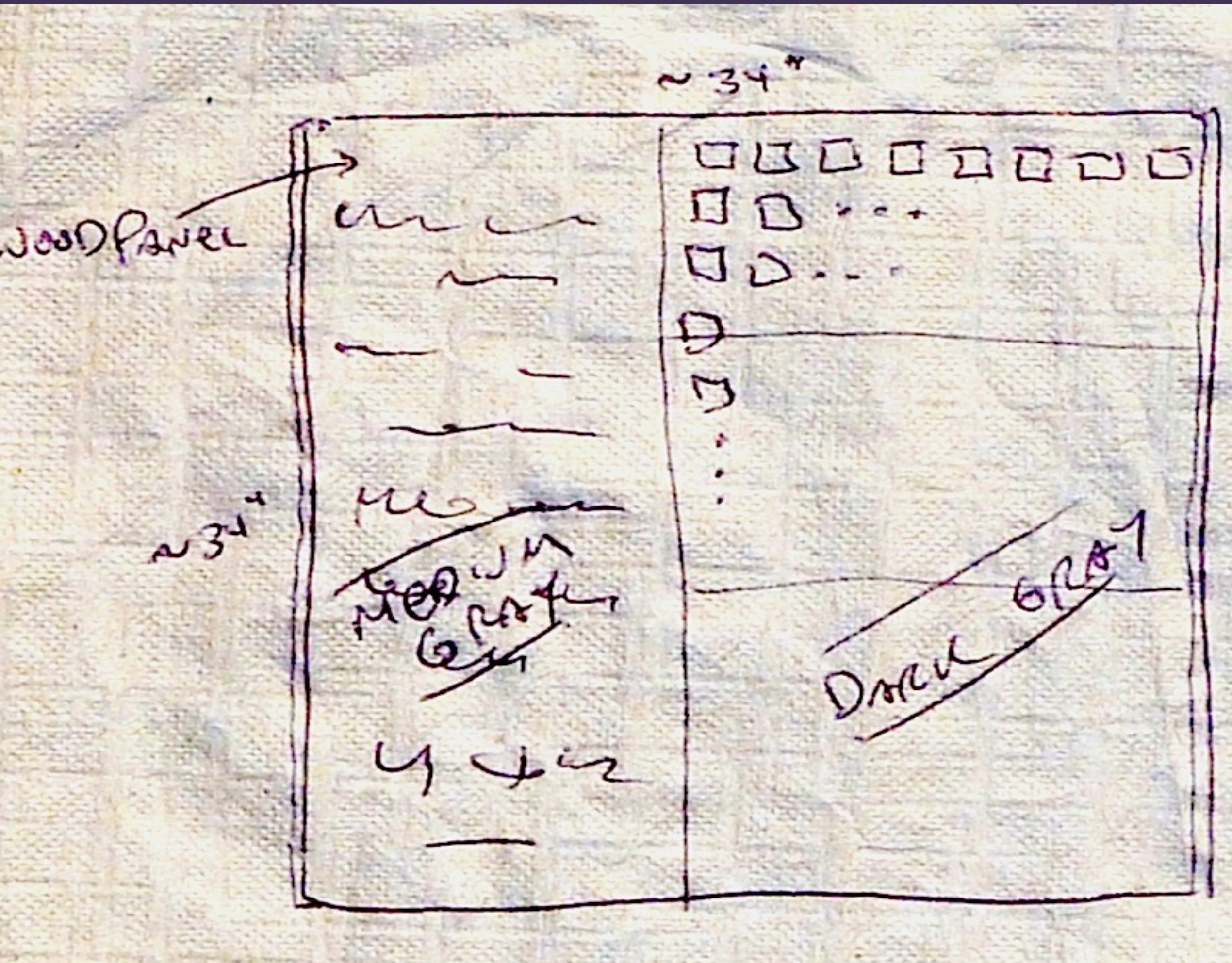


peut être éphémère

d'un croquis sur une serviette

... ou permanent

à un diplôme

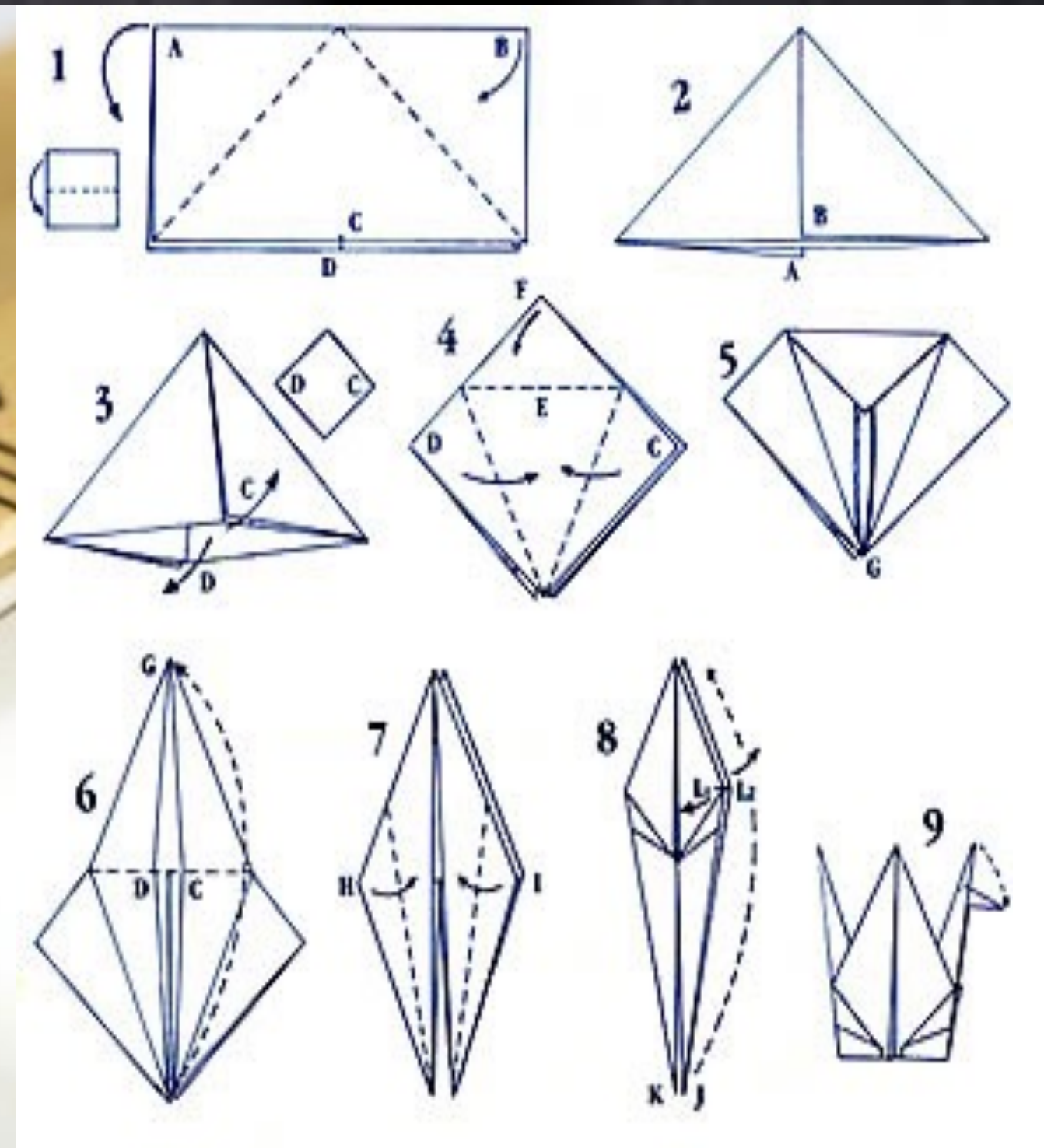


Le papier est tangible
nous comprenons
intuitivement ses propriétés



Le papier est tangible

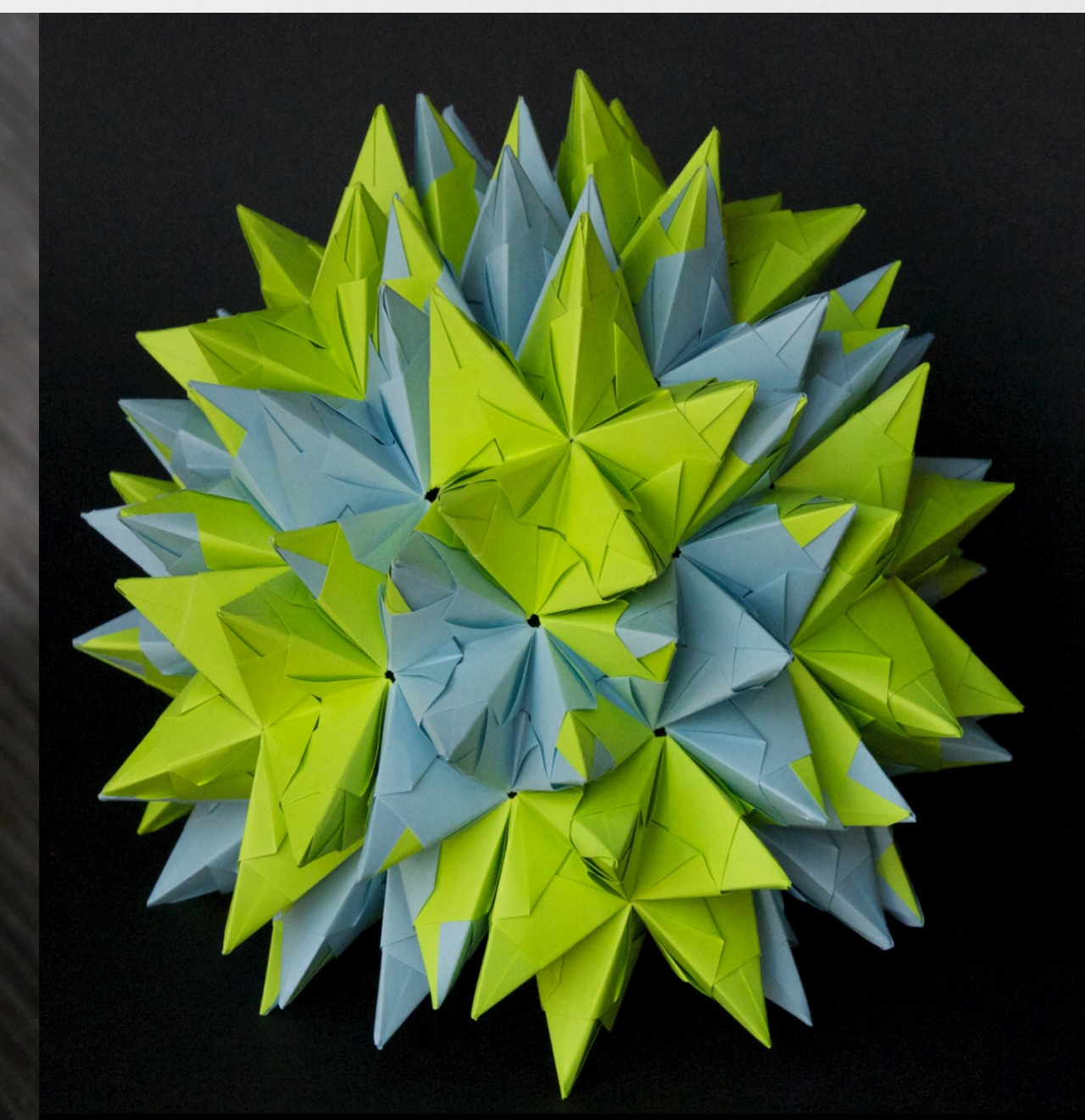
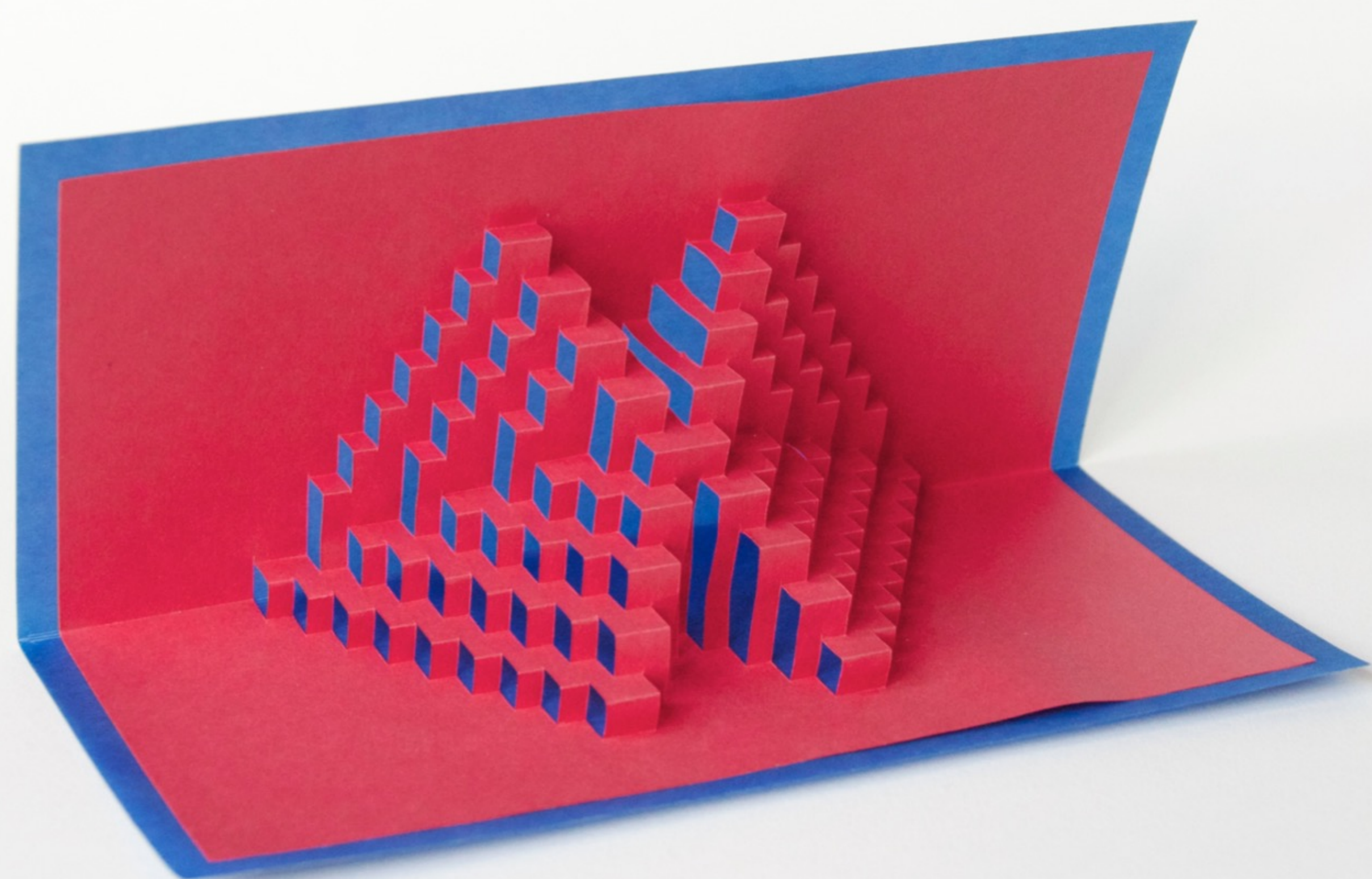
nous pouvons le couper,
le mesurer, le plier ...



Nous pouvons modifier sa forme

Le kirigami crée des motifs en 3D
lorsqu'il est découpé et déplié

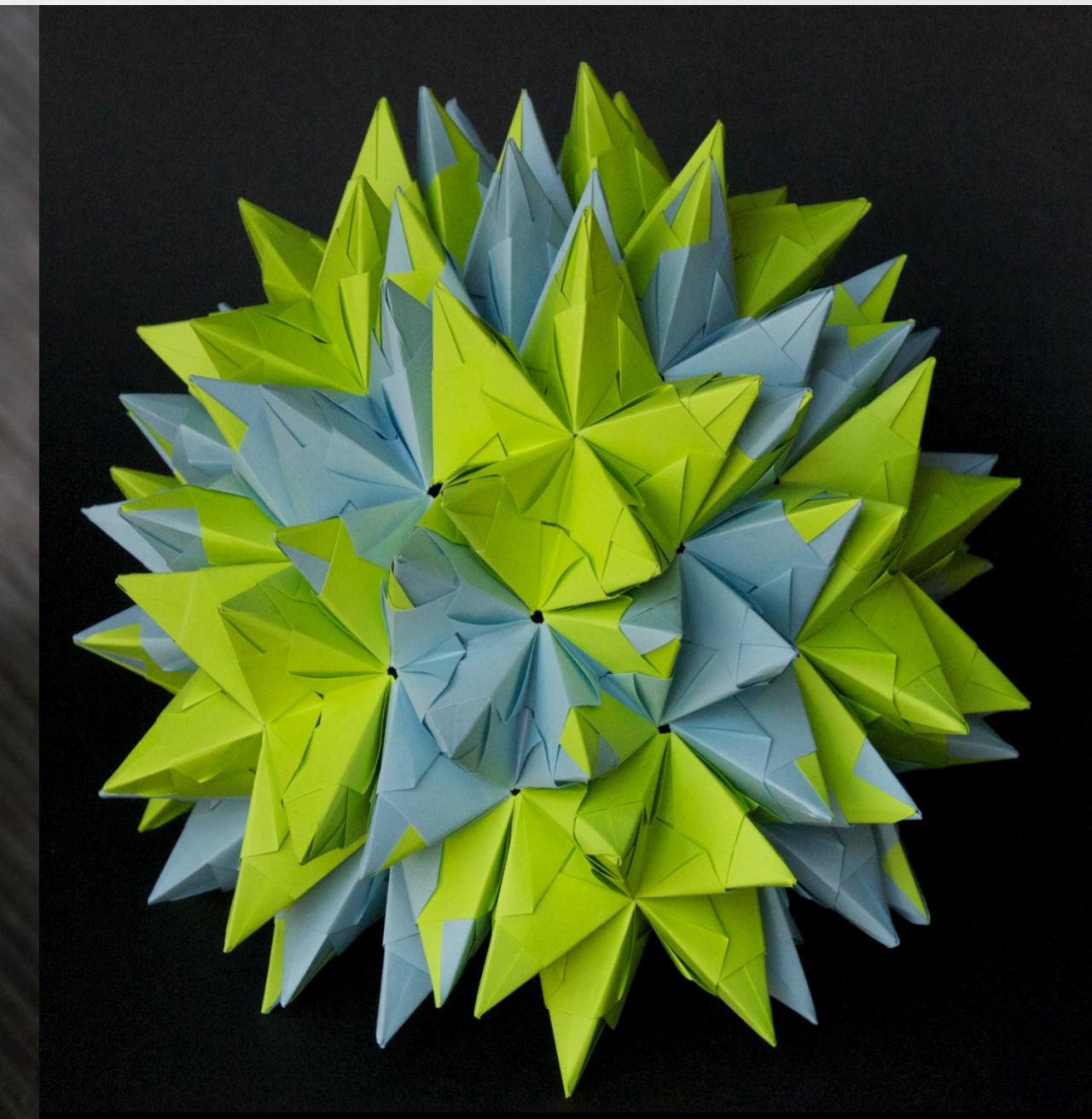
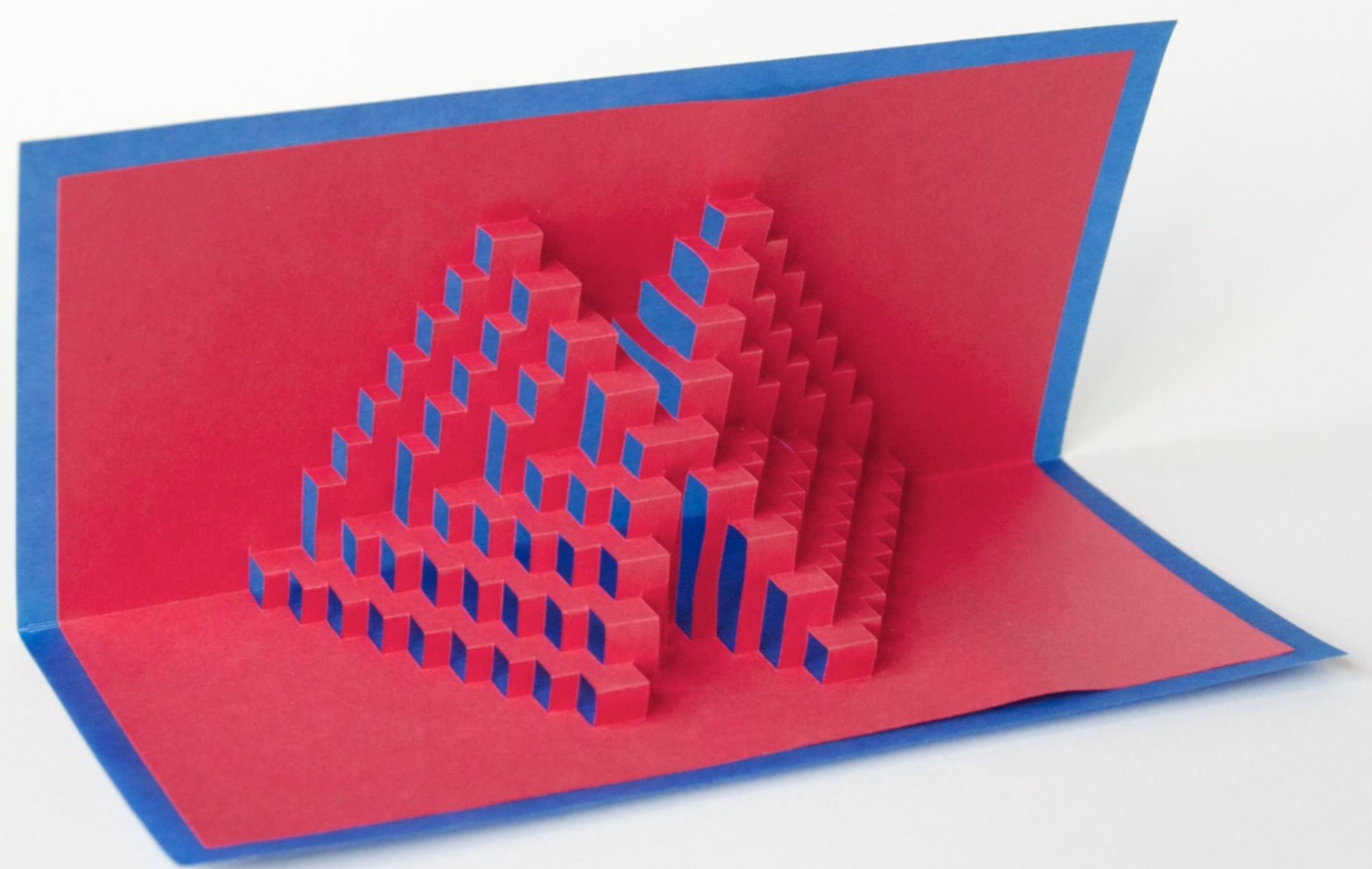
L'origami modulaire révèle
les structures géométriques
sous-jacentes



Nous pouvons modifier sa forme :

Le kirigami crée des motifs en 3D
lorsqu'il est découpé et déplié

L'origami modulaire révèle les structures
géométriques sous-jacentes



Le papier peut être
dynamique
Alexandre Beaudouin-Lafon

Fleur révélée

Chaque élément peut s'ouvrir ou se fermer



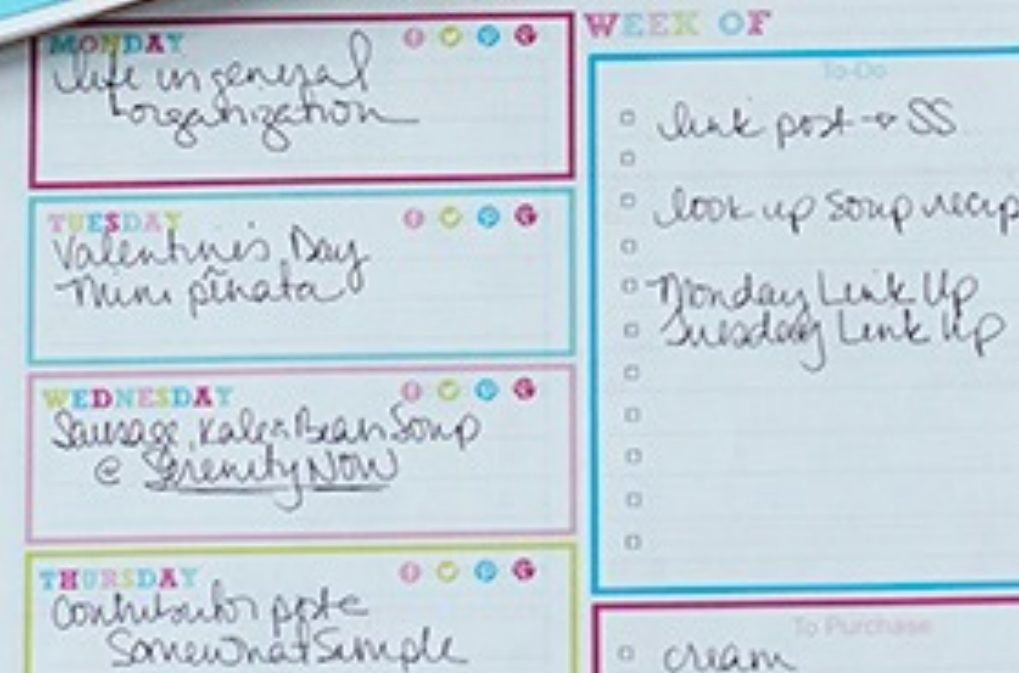


Le papier stimule la créativité

Post-it notes™

Sticky Notes,

grâce à de la colle pas très collante
offrent une variété illimitée d'expression



Brainstorming

Étiquetage

Invention

Aide-mémoire

Art

Papier interactif :
Comment les gens utilisent-ils et
s'approprient-ils les artefacts
papier et informatique ?

Grands dessins techniques

Pont du Storbaelt (Danemark)

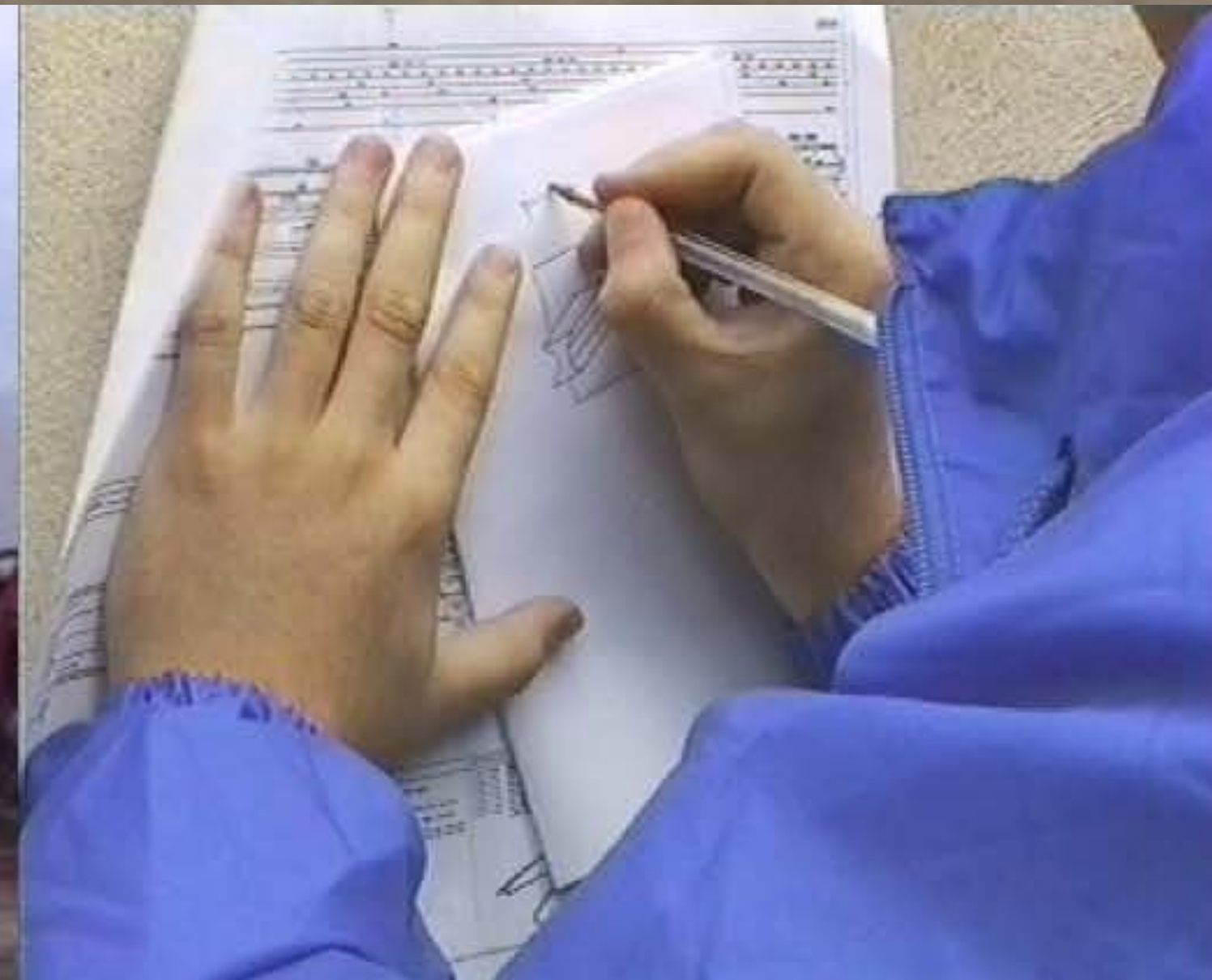
Faciliter la communication entre les ingénieurs du pont

Ils ne sont jamais dans leurs bureaux !

Ils ont toujours des plans avec eux

Identifier les problèmes

Noter les modifications

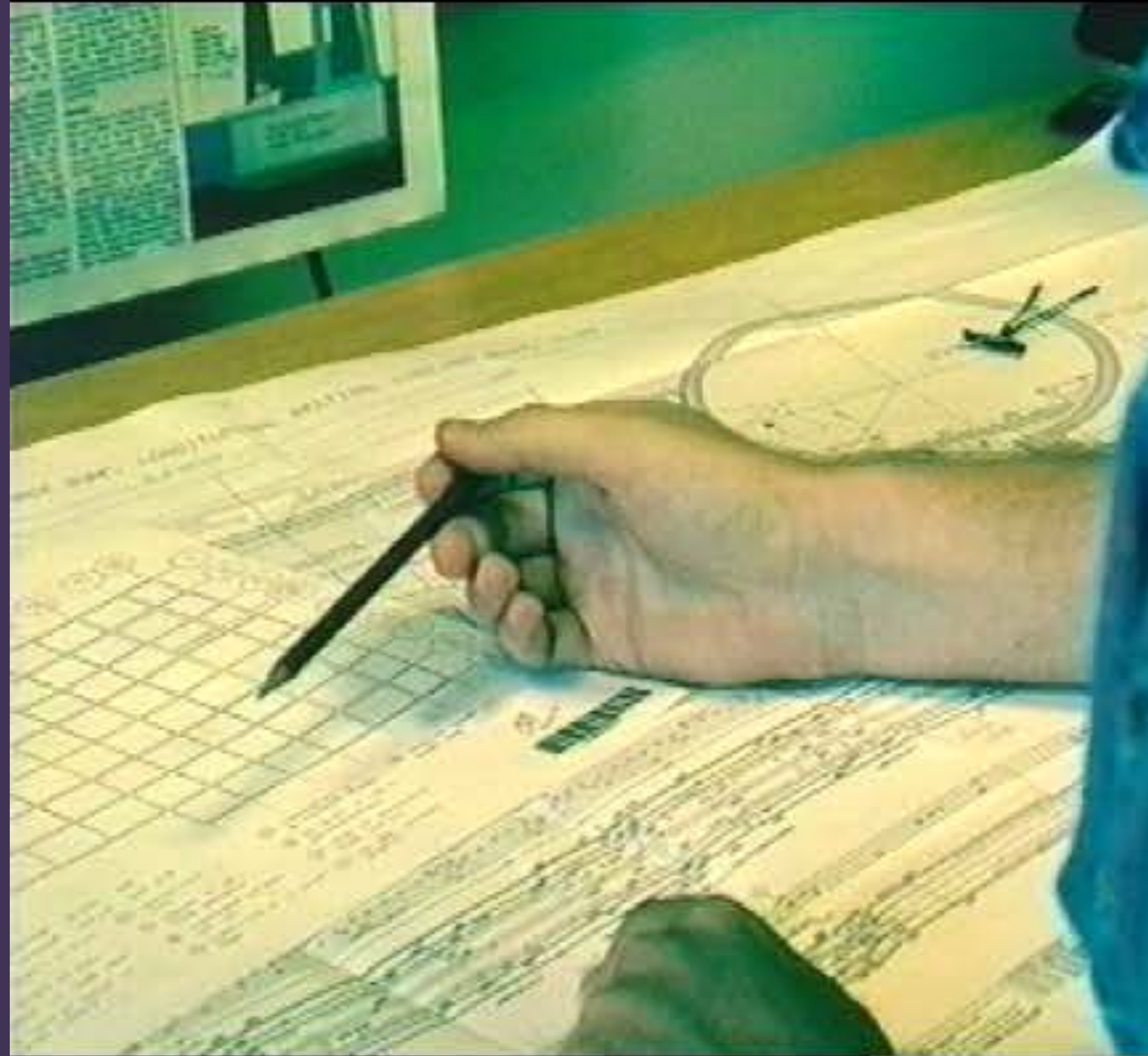


Grands dessins techniques

Ariel (Mackay et al., 1995)

Version du DigitalDesk

tablette graphique de taille A0
pour capturer et partager
les annotations

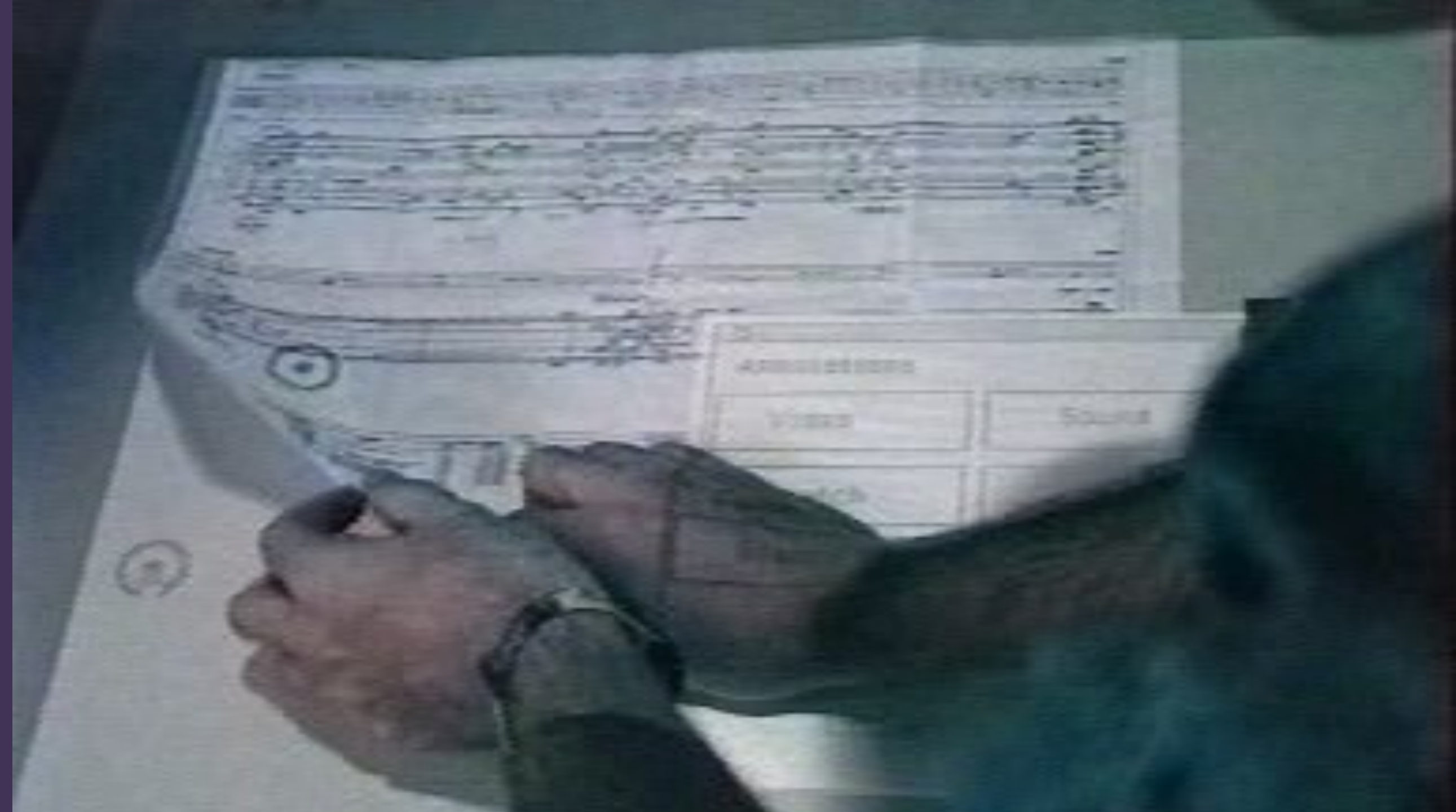


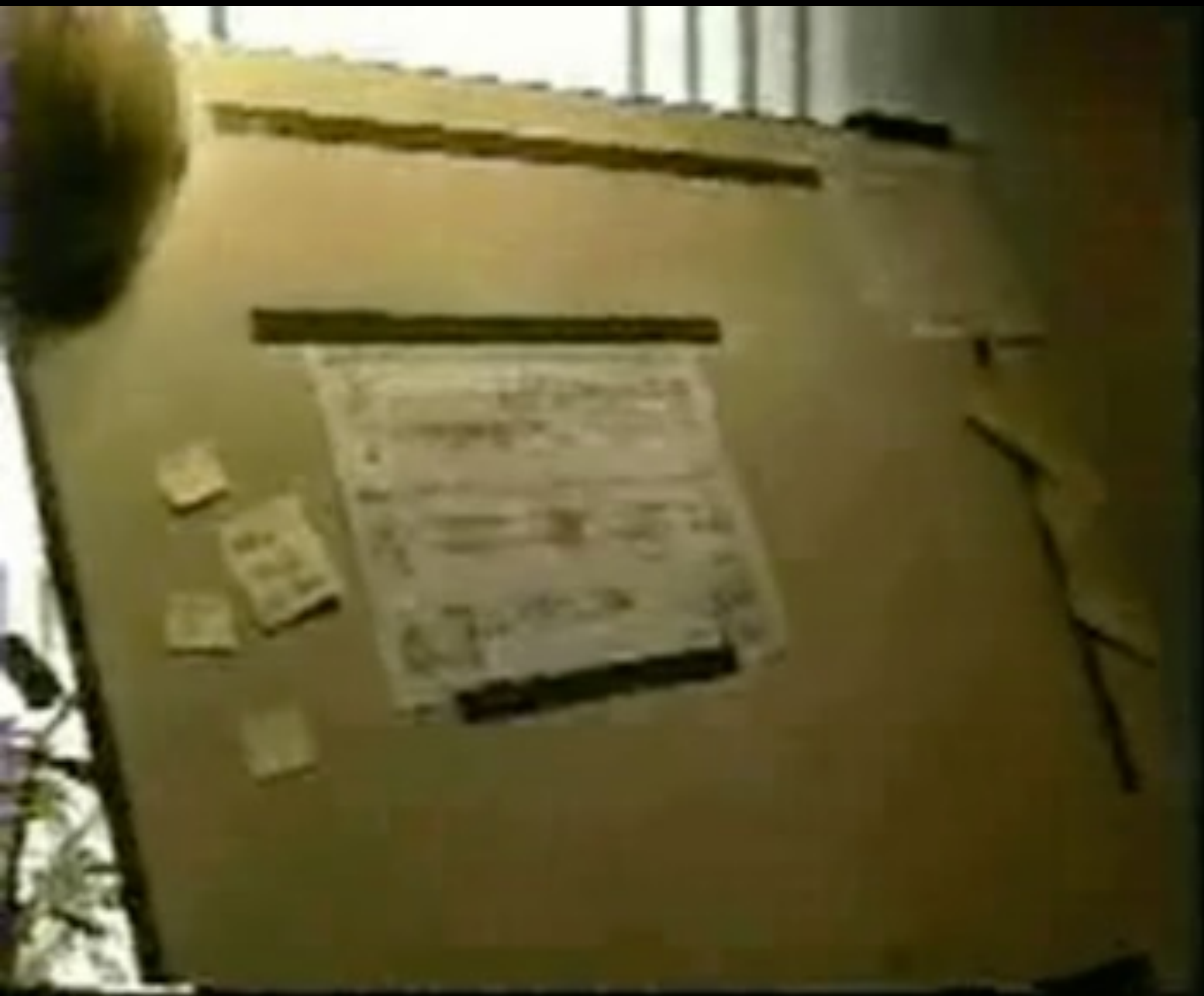
Grands dessins techniques

Ariel (Mackay, 1995)

Version du DigitalDesk

tablette graphique de taille A0
pour capturer et partager
les annotations





Ariel (Mackay, 1993)

Tablette graphique de la taille d'une table à dessin pour les dessins techniques

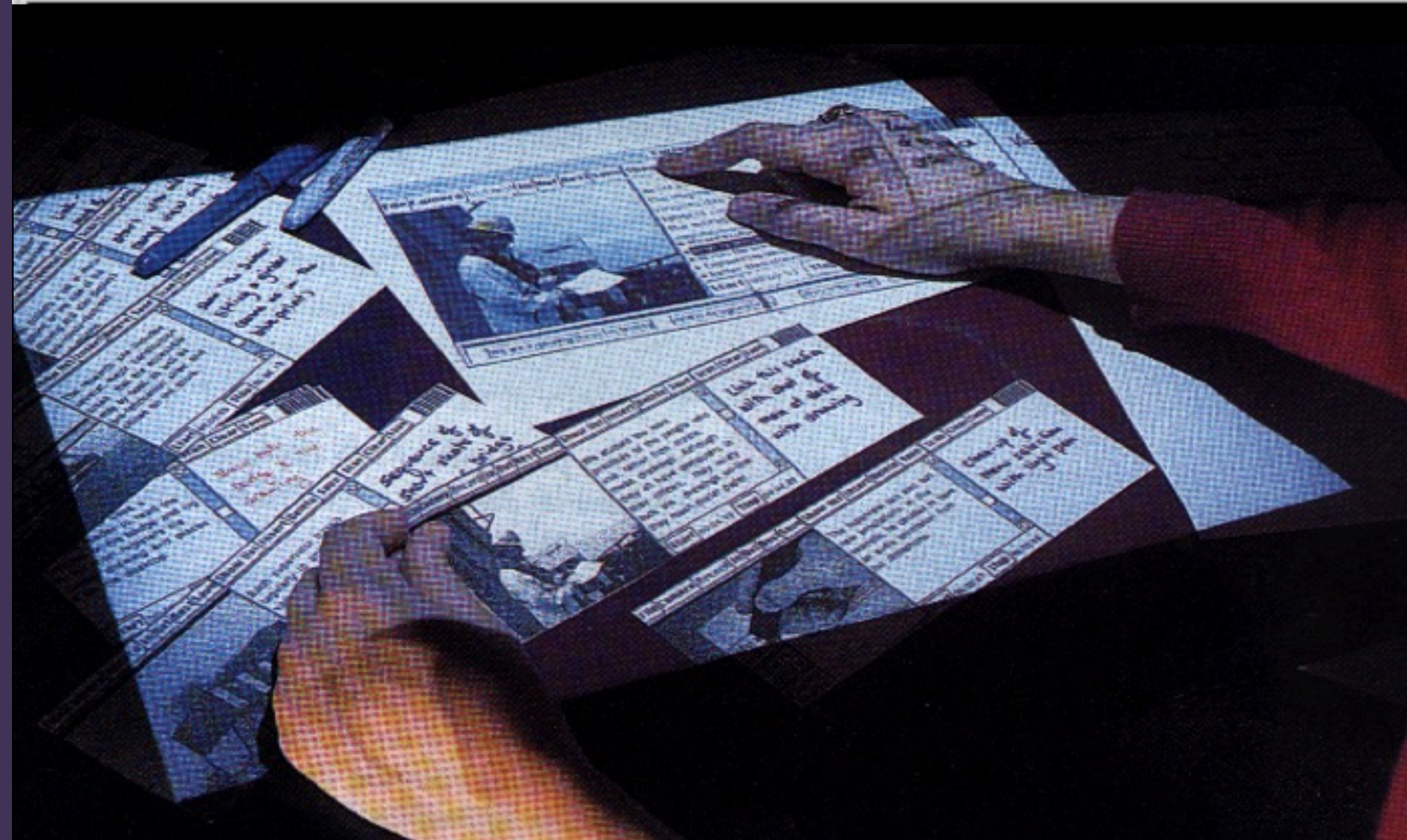
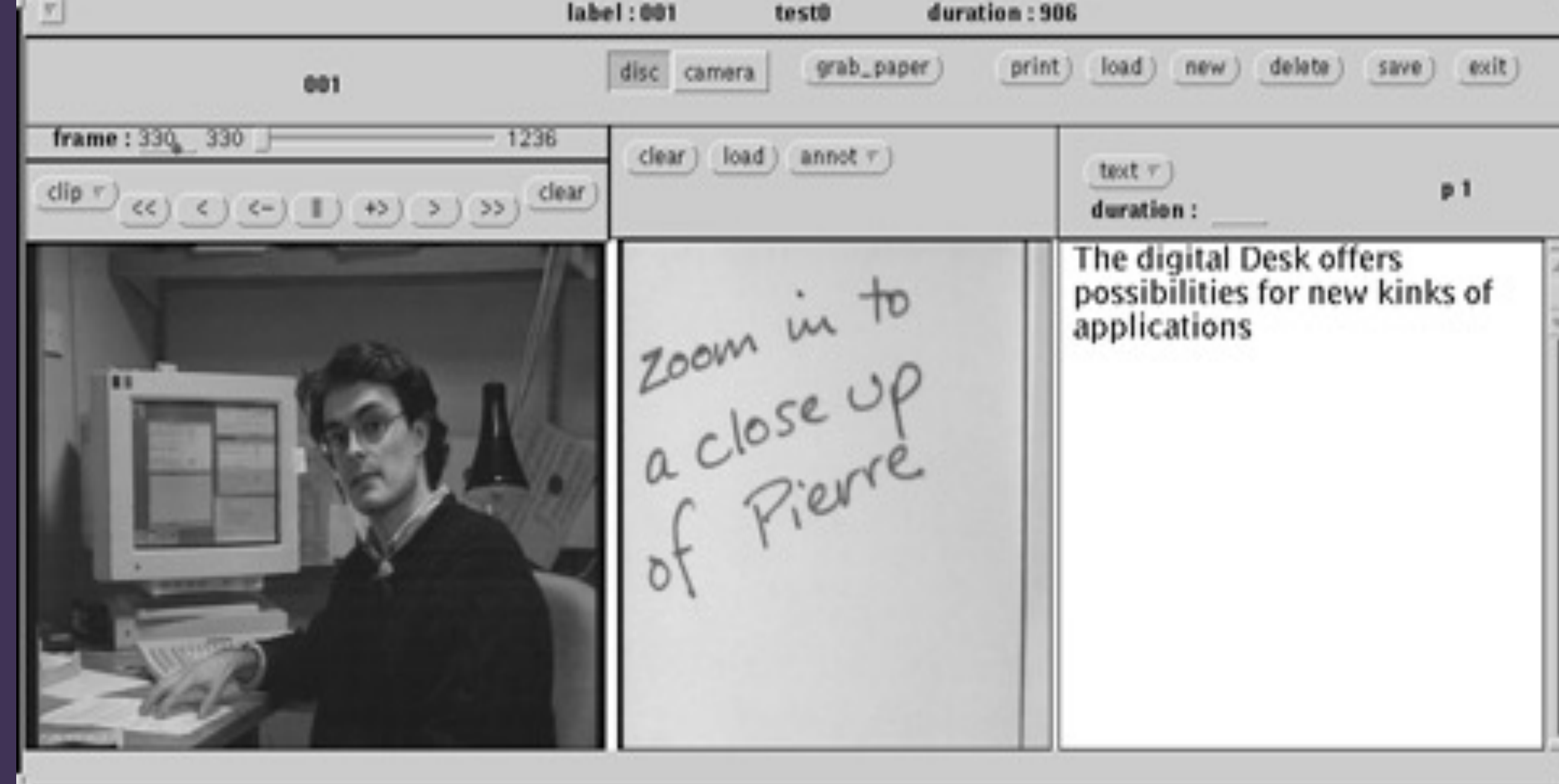
Capture des annotations

Support de communication entre ingénieurs

Storyboards interactifs

Video Mosaic (Mackay, 1994)

Les storyboards sont des collections
d'éléments de storyboard en papier
image clé
script
annotation pour le tournage



Storyboards interactifs

Video Mosaic (Mackay, 1994)

Les storyboards sont des collections
d'éléments de storyboard en papier

image clé

script

annotation pour le tournage

Gérer le temps dans l'espace



Storyboards interactifs

Video Mosaic (Mackay, 1994)

Les storyboards sont des collections
d'éléments de storyboard en papier
image clé
script
annotation pour le tournage

Gérer le temps dans l'espace



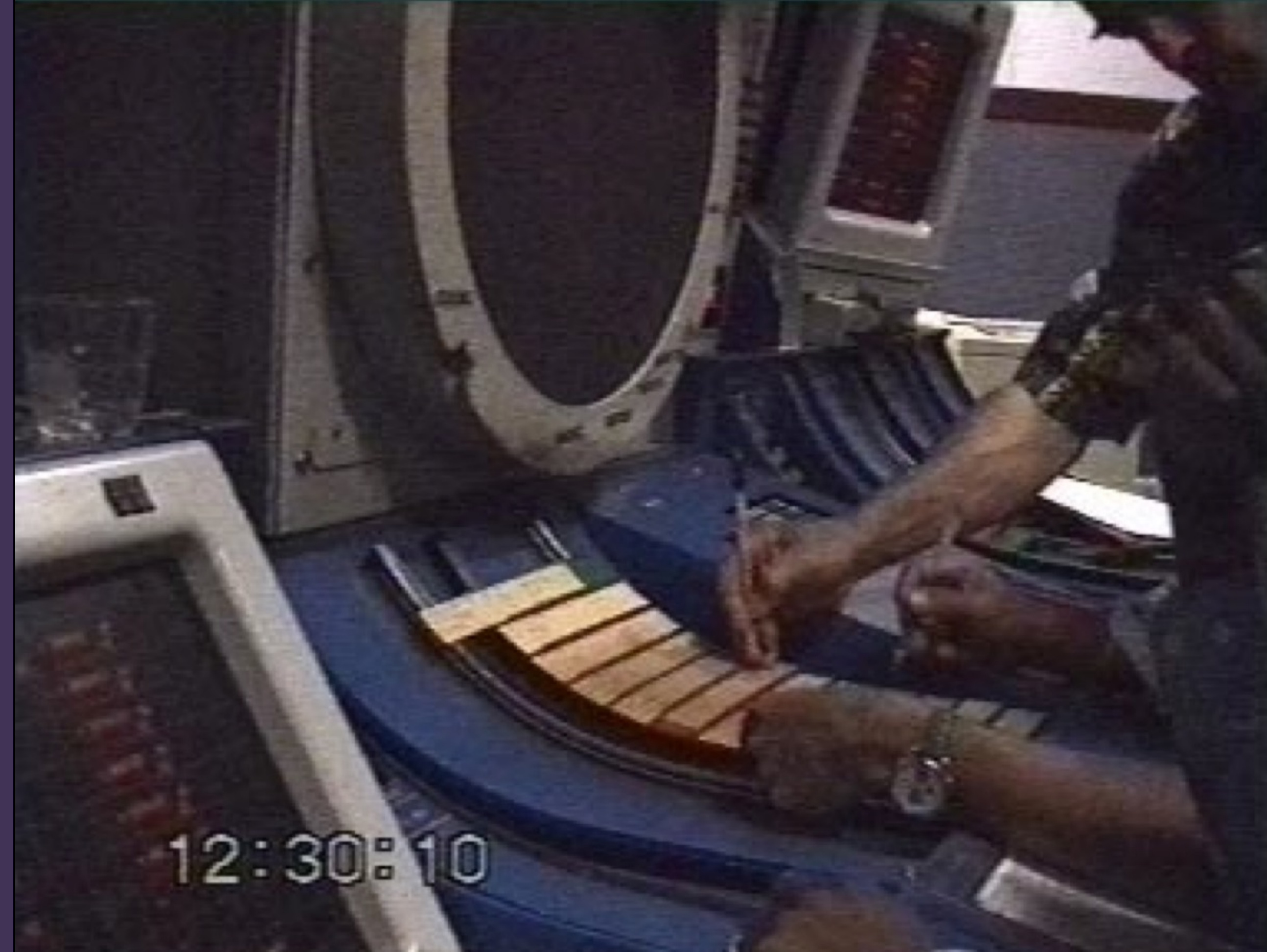
Strips papier

Caméléon (Mackay, 1998)

Les contrôleurs écrivent pour plusieurs publics
eux-mêmes

les autres contrôleurs de l'équipe
comme un micro-contrat

Ils élaborent leurs propres annotations



AFR540	<4332>	<310>	310	310	AMB	CDN	EPR	LD
air france								
B737 450	LFBG	LFP0	310	210	20	26	34	20
8798 P0	1303	TU			1313	BALAN	13	13
								04
								97

Strips papier

Caméléon (Mackay, 1998)

Double Tap :

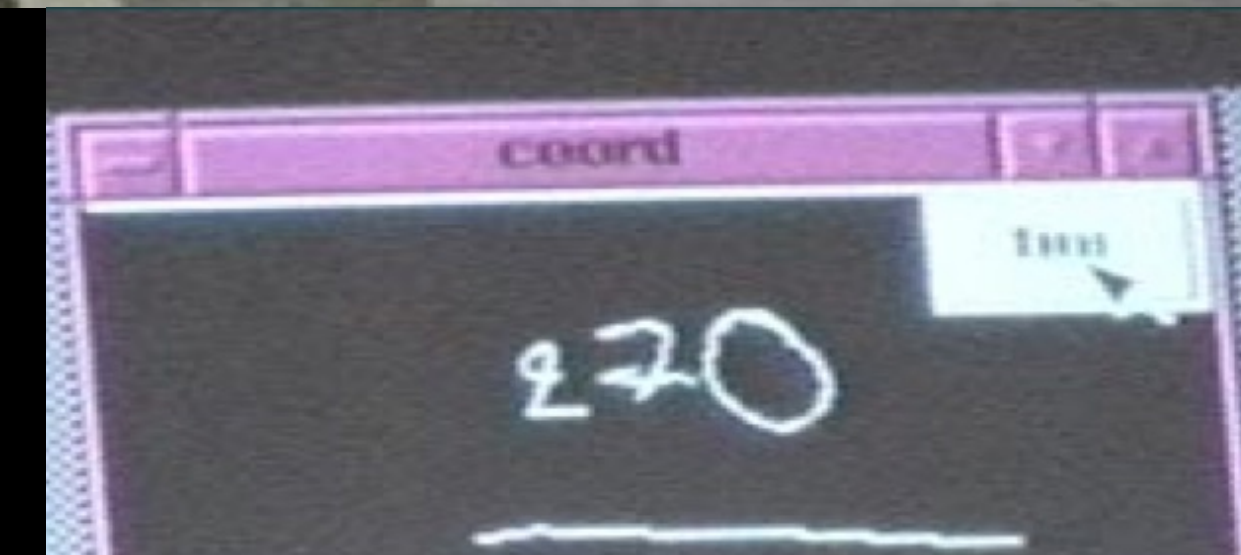
Mettre en évidence le vol sur le RADAR

Tap :

Contacter le contrôleur
du secteur suivant

Souligner :

« contrat » à valeur légale
entre le contrôleur et le pilote



Le papier interactif

facile à personnaliser

Personnalisation des commandes

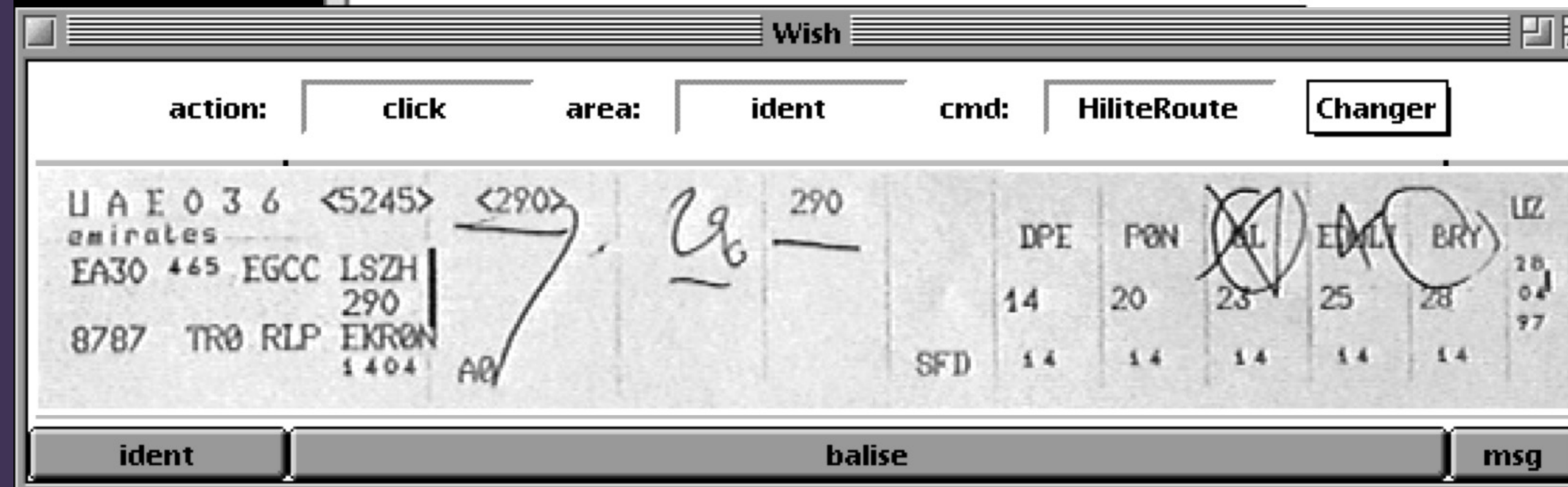
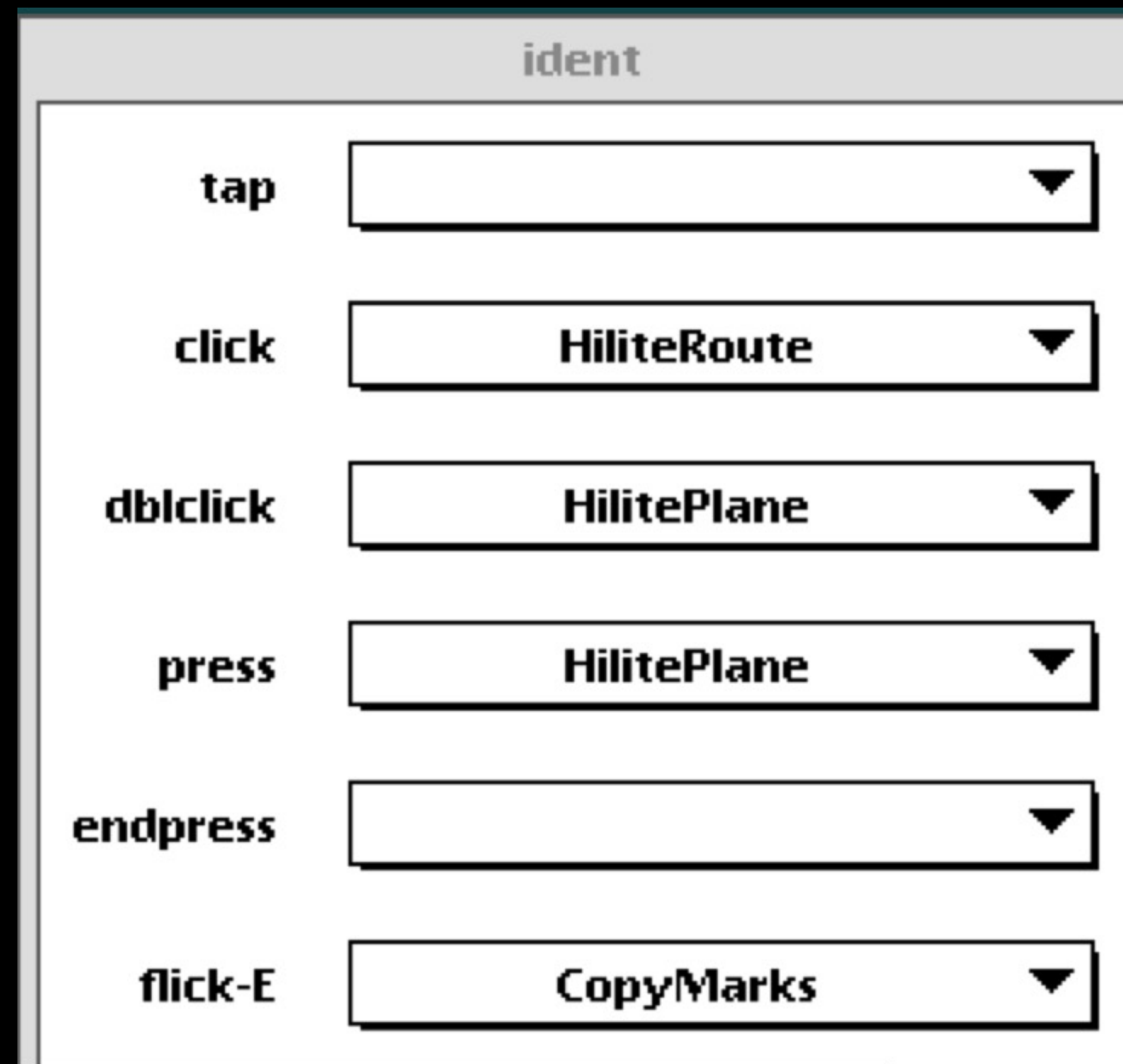
Interaction Browser (Mackay & Beaudouin-Lafon, 1999)

Chaque équipe et chaque contrôleur développe ses propres annotations

Personnaliser les commandes gestuelles sur le strip papier

Exemple :

Double-cliquer l'identifiant du vol
Montrer l'avion sur le RADAR



Composition musicale

Musink (Tsandilas & Mackay, 2009)

Conception participative avec des compositeurs de musique contemporaine

Hautement créatifs, insistent sur l'originalité



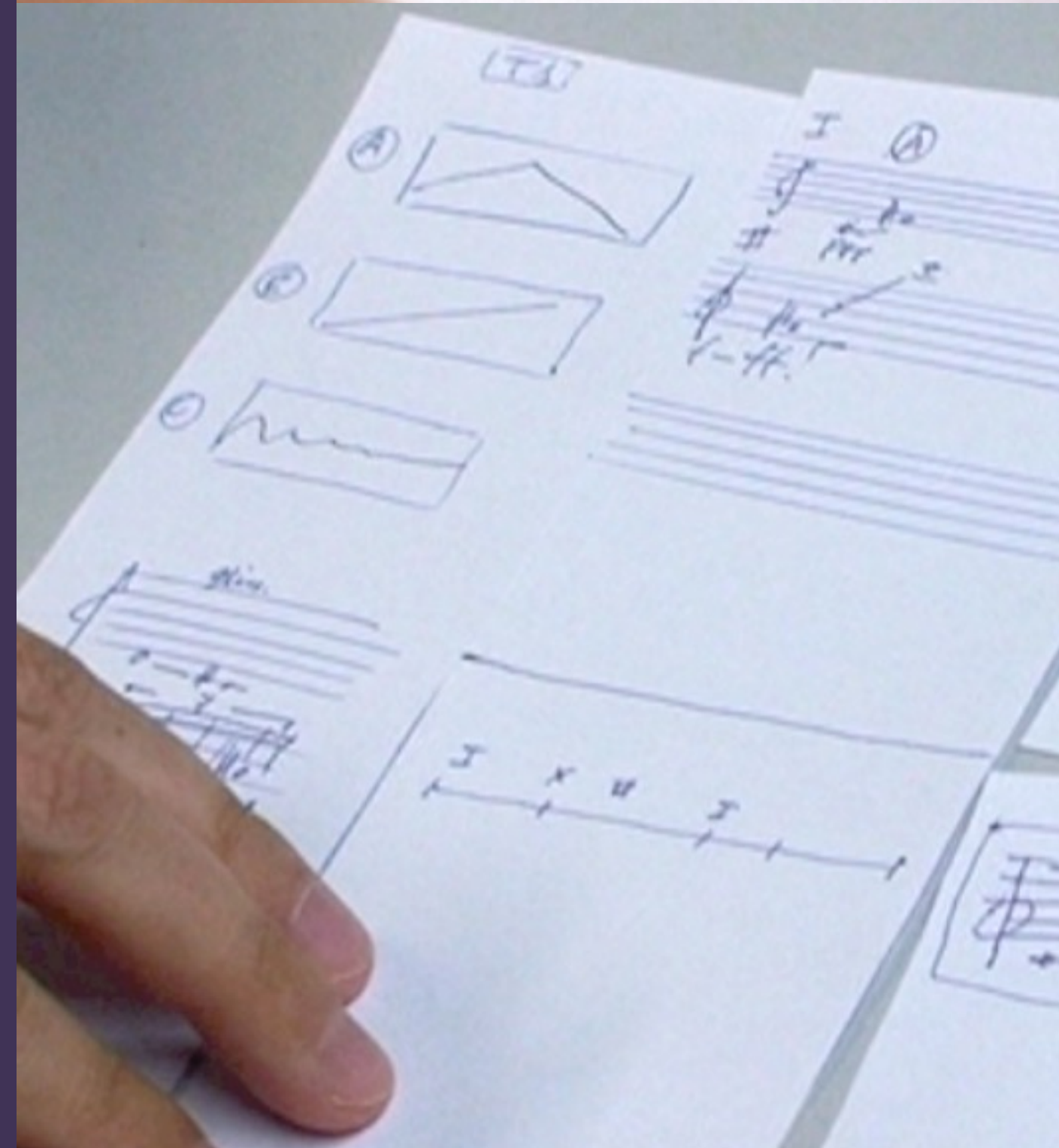
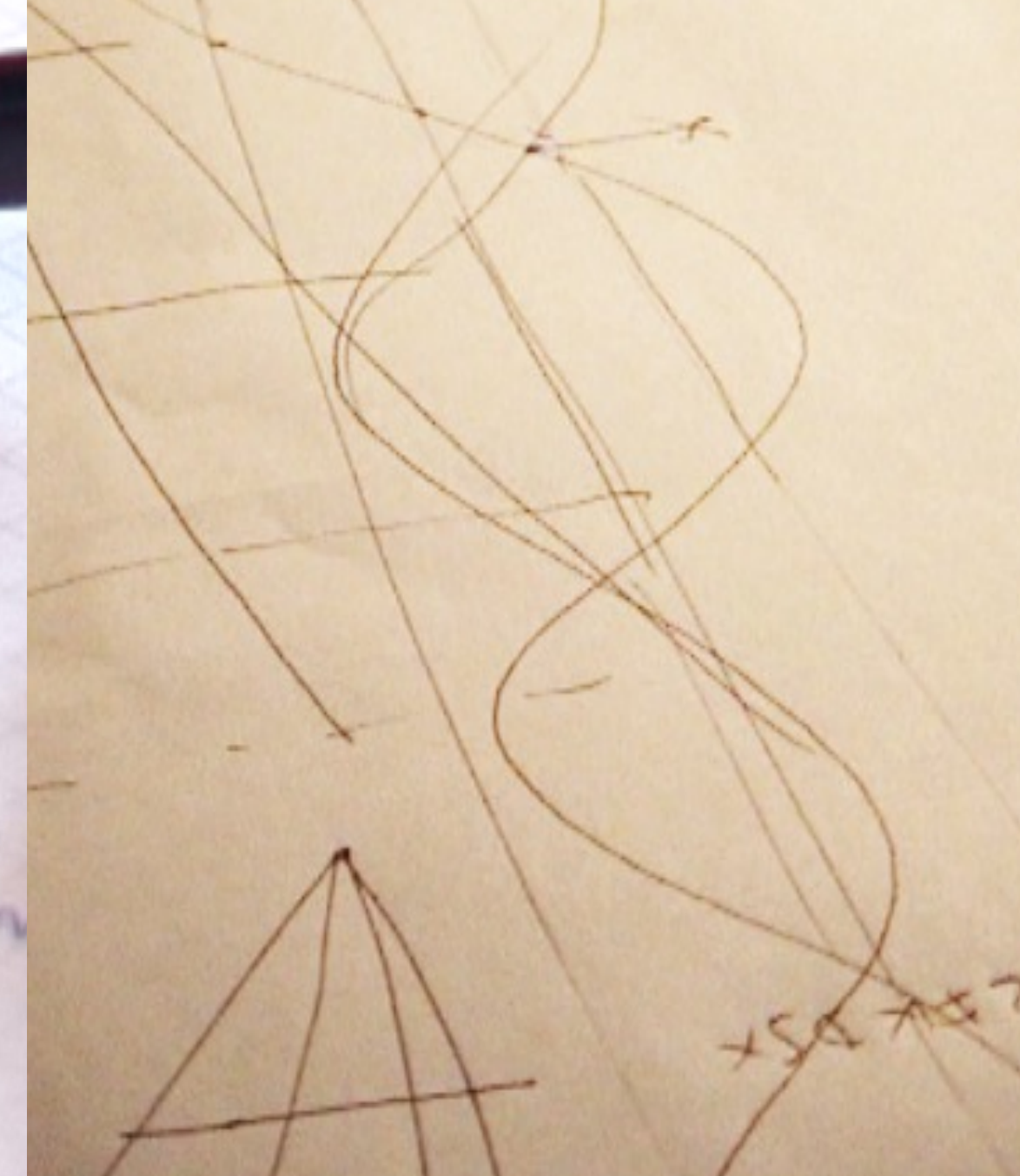
Composition musicale

Musink (Tsandilas & Mackay, 2009)

Conception participative avec des compositeurs de musique contemporaine

Hautement créatifs, insistent sur l'originalité

Combinent papier et matériels et logiciels musicaux complexes



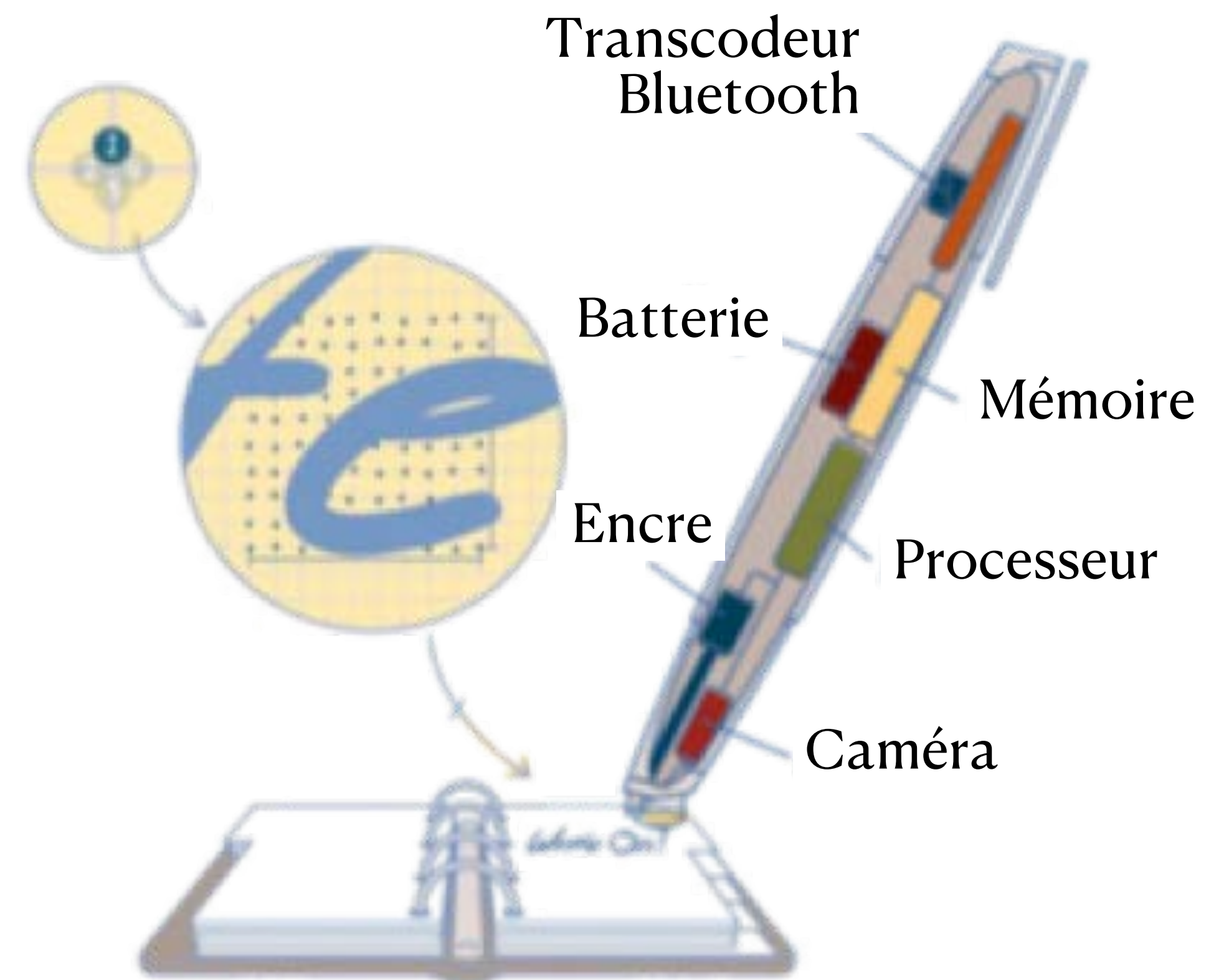
Stylo Anoto

Un stylo à encre ordinaire combiné avec
un appareil photo numérique

Reconnaissance d'un motif de points
non répétitifs imprimé sur le papier

Enregistre numériquement tout ce qui est
écrit avec le stylo
peut également enregistrer le son

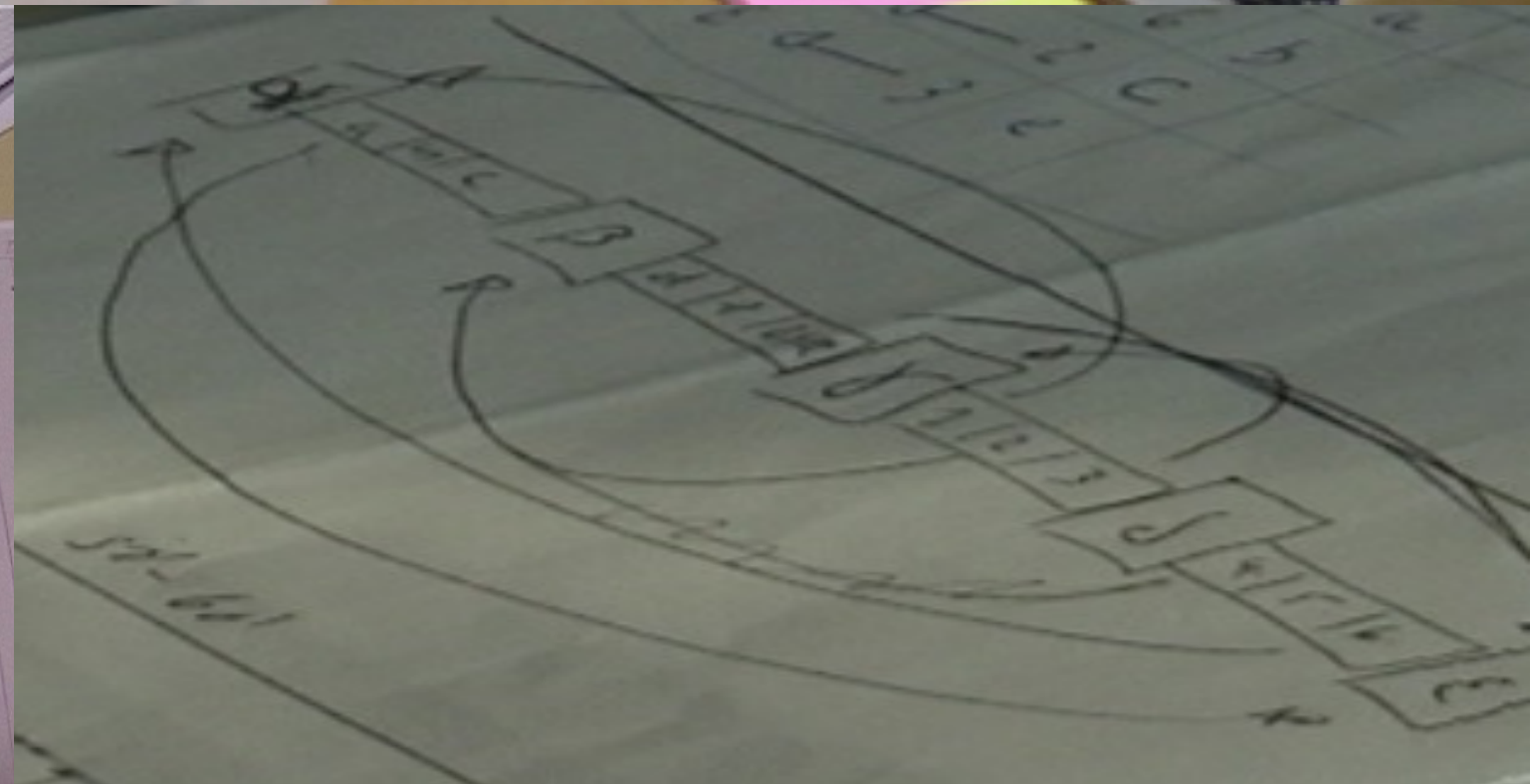
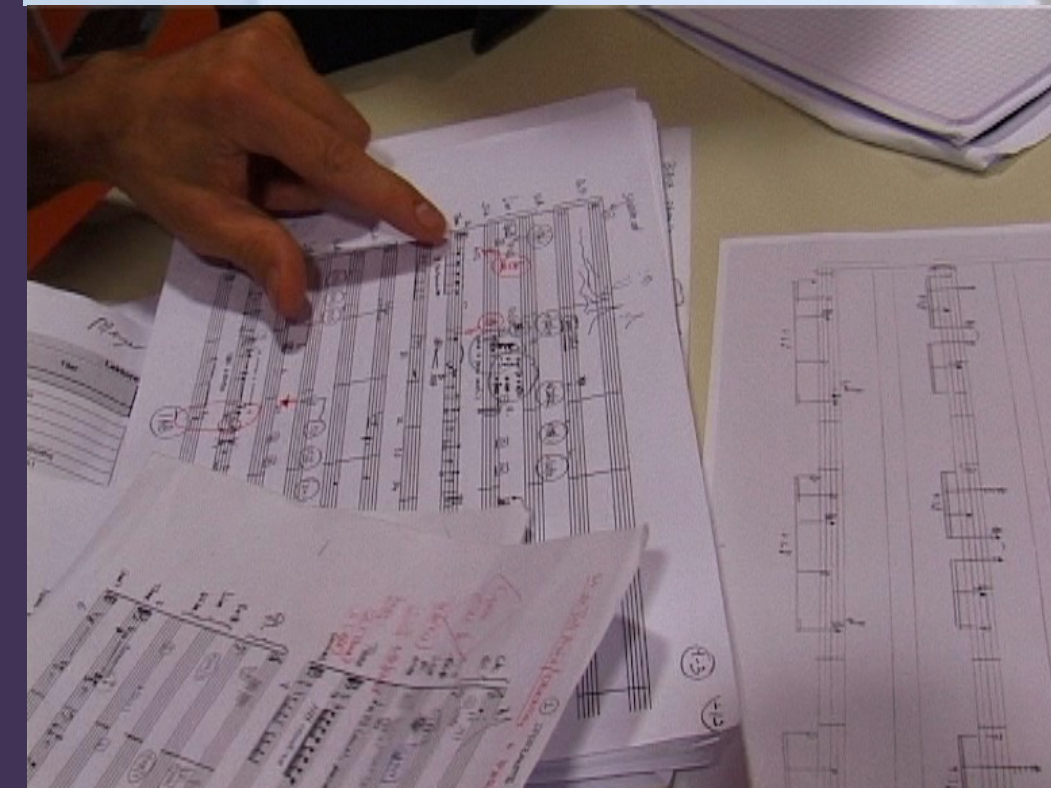
Stylo Anoto



Composition musicale

Musink (Tsandilas & Mackay, 2009)

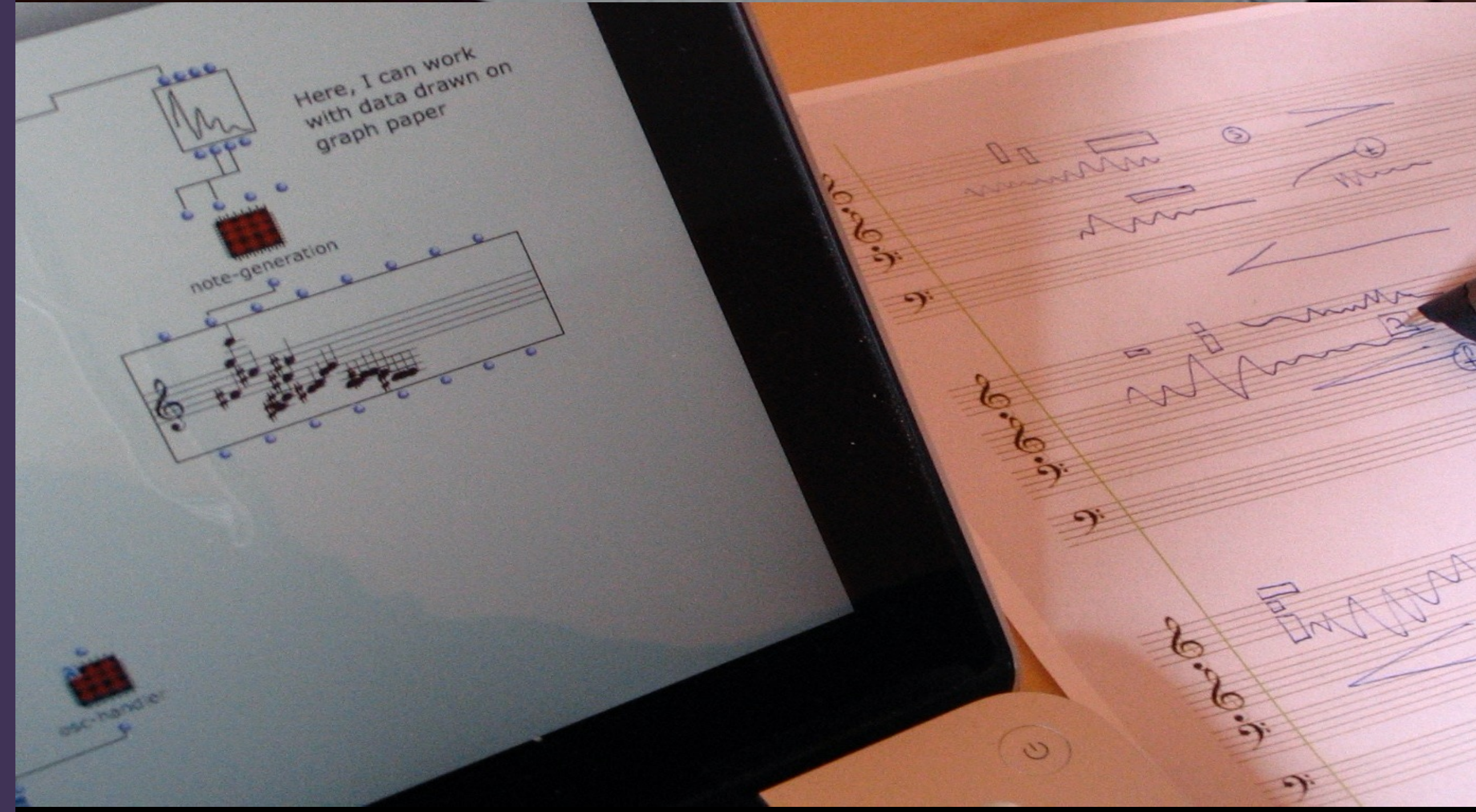
Conception participative avec des prototypes en papier et des sondes technologiques



Composition musicale

Musink (Tsandilas & Mackay, 2009)

Conception participative avec des
prototypes en papier et
des sondes technologiques



Composition musicale

Les compositeurs créent leurs propres symboles musicaux et, progressivement, les reliant à l'ordinateur

Exemples :

gestes de sélection

annotations

connecteurs

pointeurs de partition

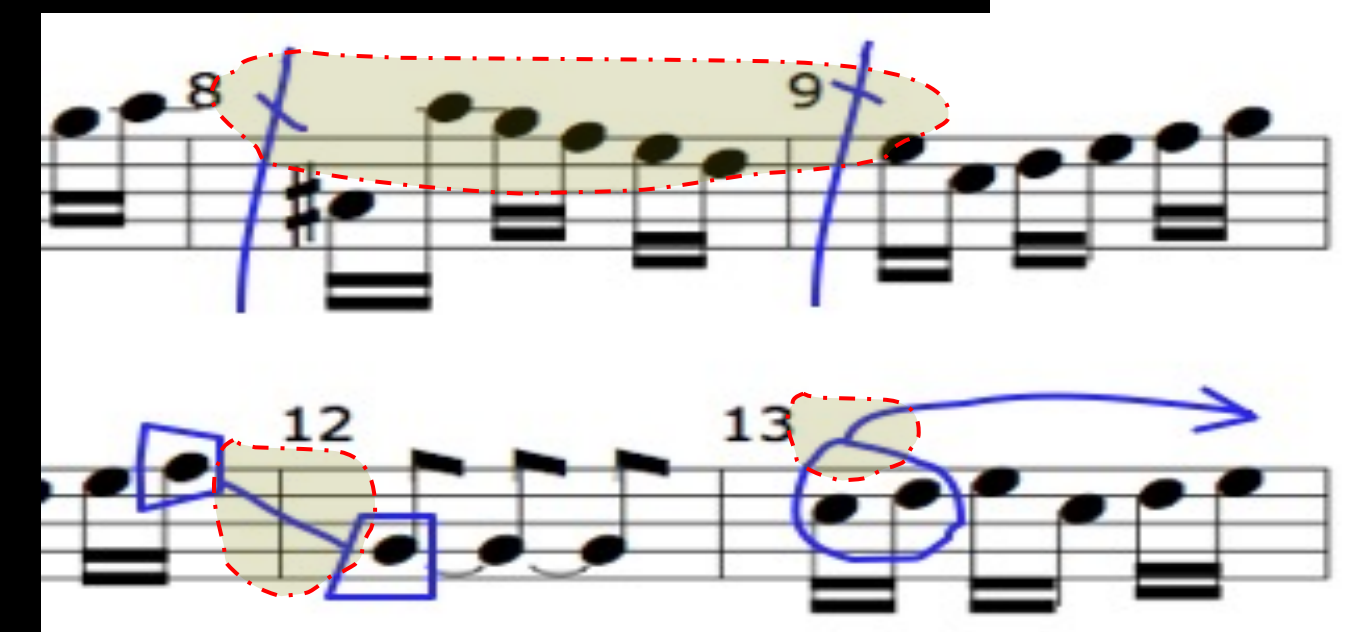
gestes de cadrage



annotations



connecteurs



pointeurs de partition



Musink

Définir des points de variation rythmique

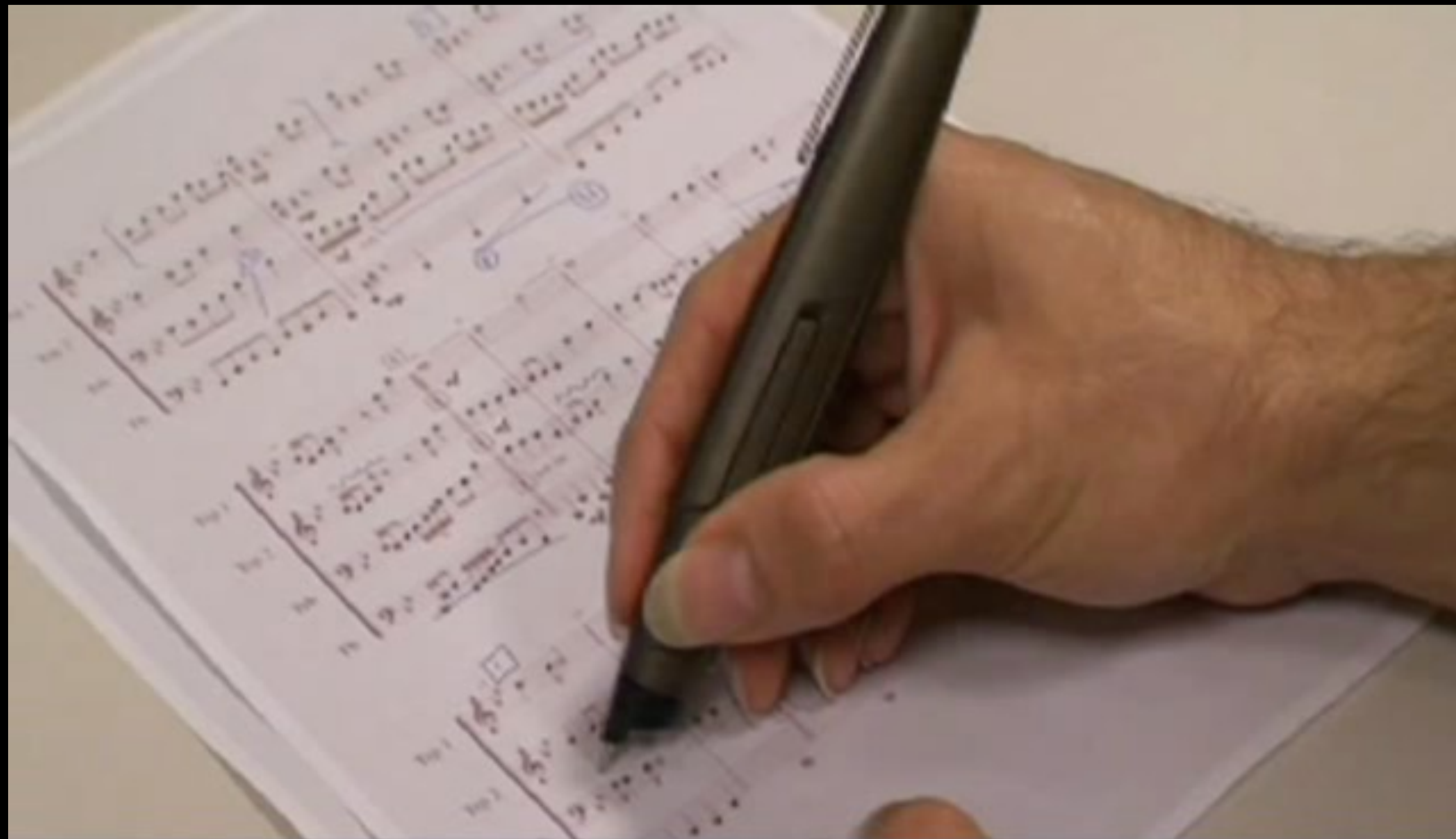
The image shows a musical score with several staves. Handwritten annotations in blue and green are overlaid on the score. A circled 'S' is at the top left. A circled 'R' is above a note. A circled '±' is on the second staff. A circled '2' is on the second staff. A circled '3' is on the second staff. A circled 'flout' is on the second staff. A circled '2' with a checkmark is on the right. A pink shaded area highlights a melodic phrase on the second staff. A circled '2' and '3' are at the bottom. The score includes notes, rests, and dynamic markings like 'mf' and 'Scales fin'.

Lier un fichier sonore

Dénote une flautando

Créer une nouvelle progression mélodique sur une série de notes

Dénote la gamme pour un patch OpenMusic paramétré



Leonard draws a new type of crescendo
(score printed on Anoto paper)

Intégrer les commandes

Knotty Gestures (Tsandilas & Mackay, 2010)

Ajouter un « nœud » à n'importe quel trait
et y associer une commande

Définir ses propres gestes
et interagir avec eux,
maintenant ou plus tard



Intégrer les commandes

Knotty Gestures (Tsandilas & Mackay, 2010)

Exemple :

Créer un enregistreur / lecteur audio

Tracer une ligne

ajouter un « nœud » à la fin

Choisir « enregistrement »

pour définir le type de ligne



Intégrer les commandes

Knotty Gestures (Tsandilas & Mackay, 2010)

Exemple :

Créer un enregistreur / lecteur audio

Ajouter un autre nœud pour
définir le début de l'enregistrement



Intégrer les commandes

Knotty Gestures (Tsandilas & Mackay, 2010)

Exemple :

Créer un enregistreur / lecteur audio

Ajouter un autre nœud pour
définir la fin de l'enregistrement



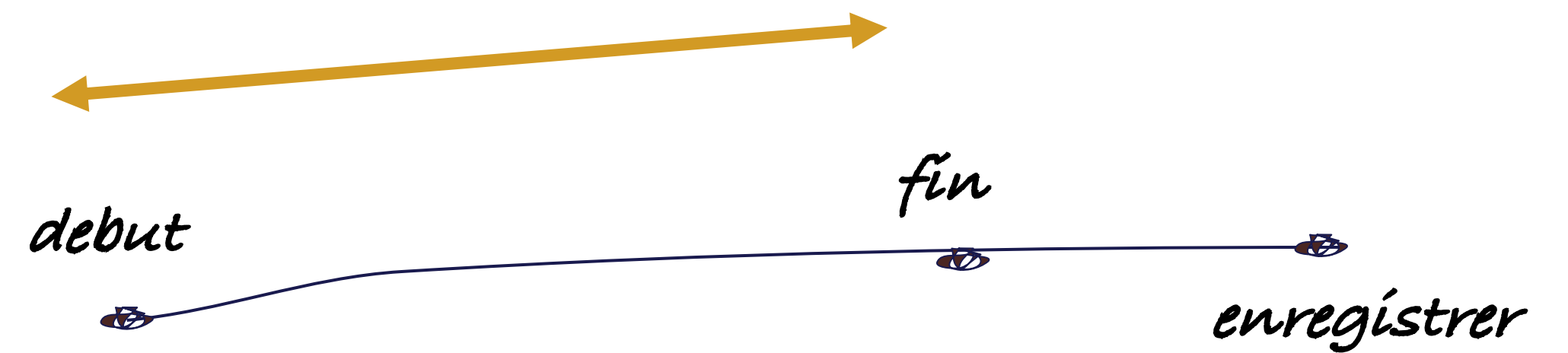
Intégrer les commandes

Knotty Gestures (Tsandilas & Mackay, 2010)

Exemple :

Créer un enregistreur / lecteur audio

Faire glisser le stylo le long de la ligne
pour avancer ou reculer dans
l'enregistrement



$$\sqrt{53} + \sqrt{22} = 11.57$$

$$\cos^4 + \cos^3 = 2.516$$

$$\sqrt{22} - \sqrt{10}$$

$$\cos^4$$



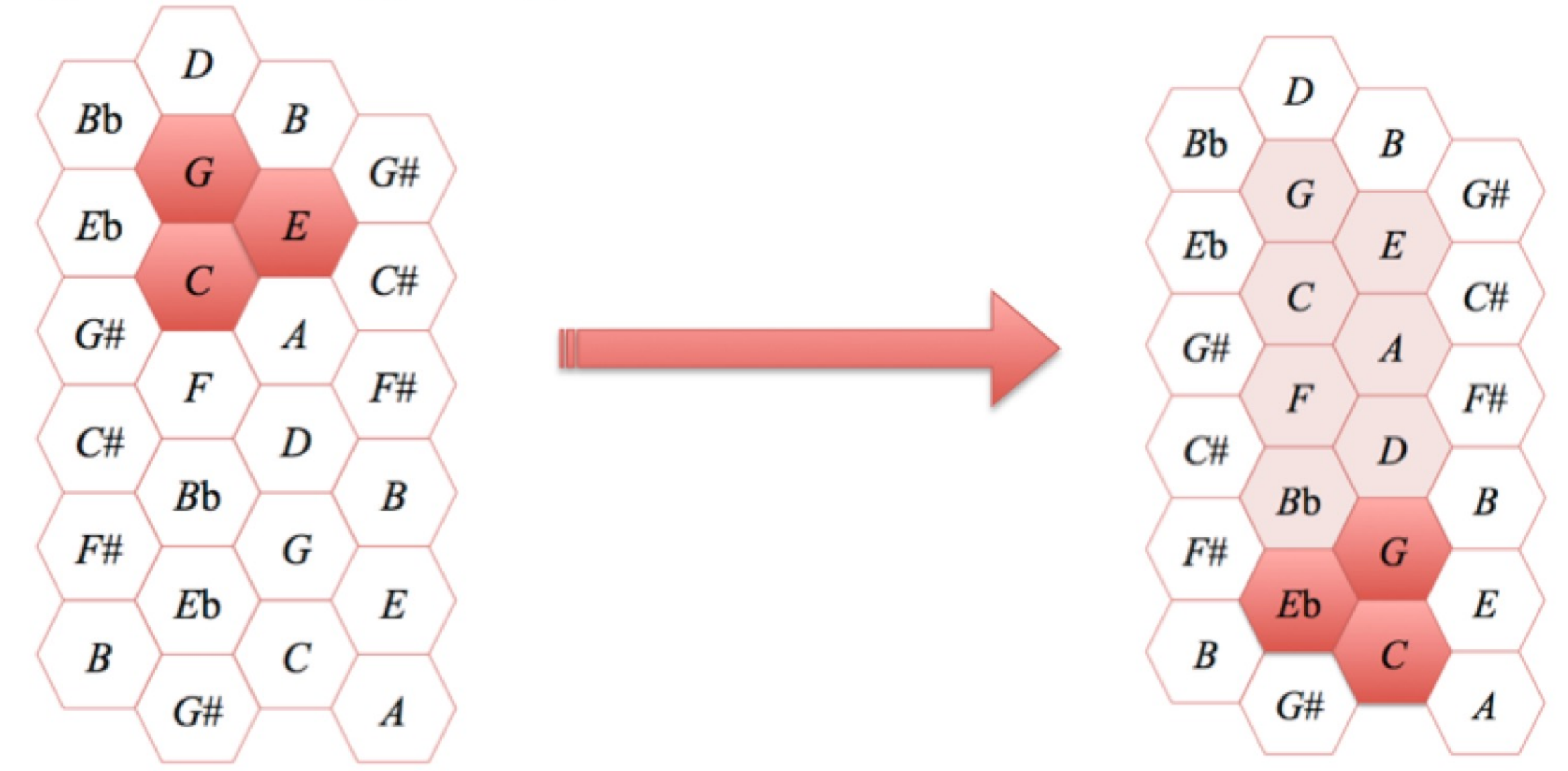
Réprésentations alternatives

Euler (1739)

Créer des relations de tonalité dans un espace hexagonal 2D

Lien avec une partition musicale standard

Extrait du 2^e mouvement de la Symphonie n° 9 (L. van Beethoven)



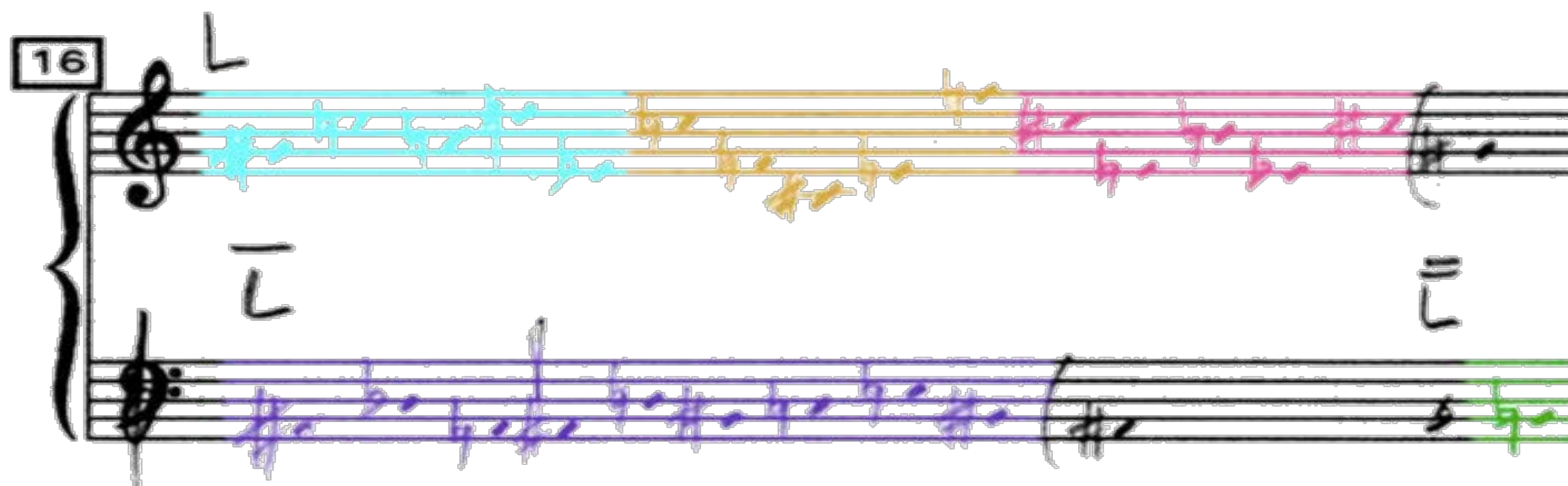
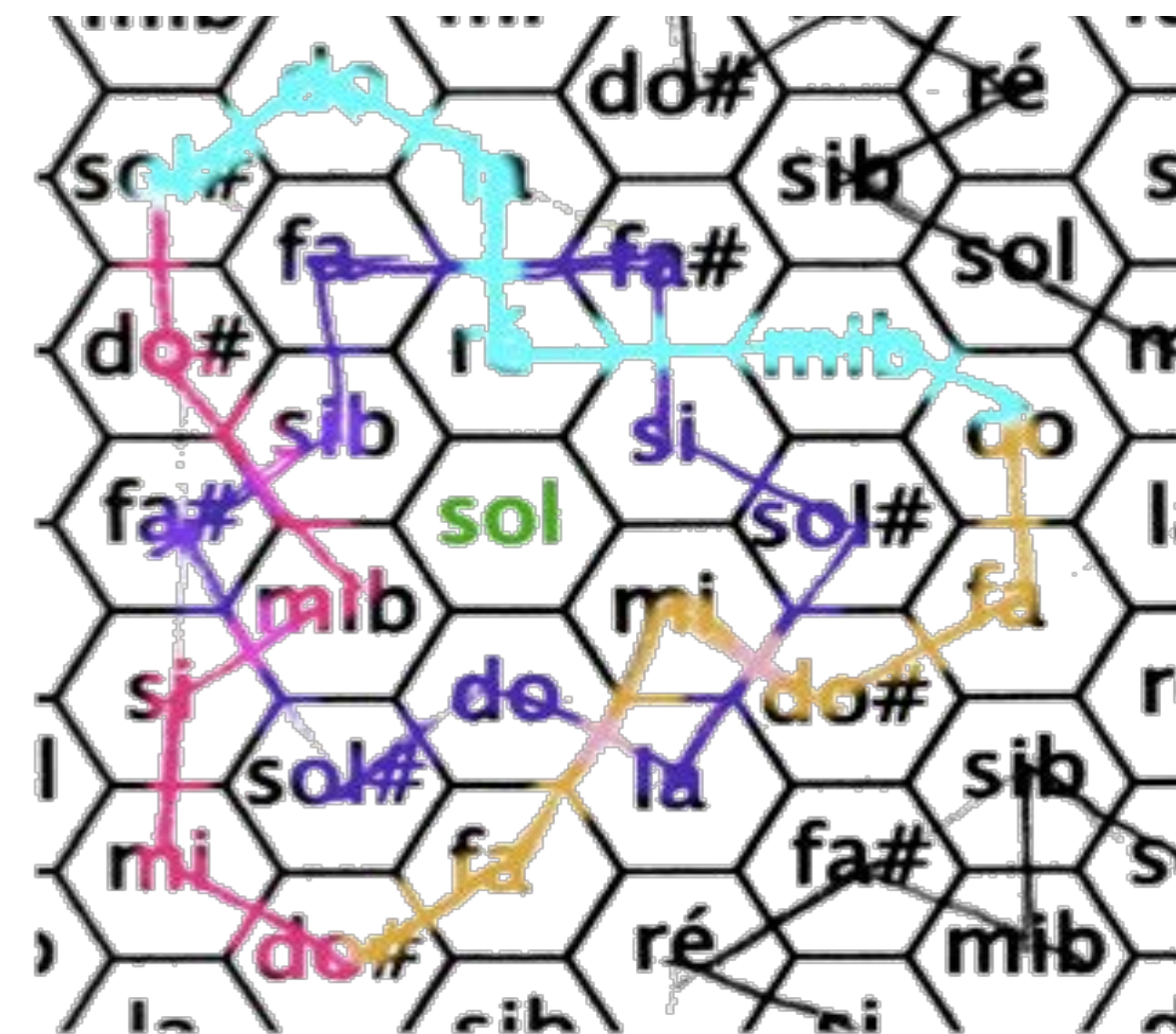
Réprésentations alternatives

Paper Tonnetz (Garcia et al., 2012)

Créer des relations de tonalité dans un espace hexagonal 2d

Lien avec une partition musicale standard

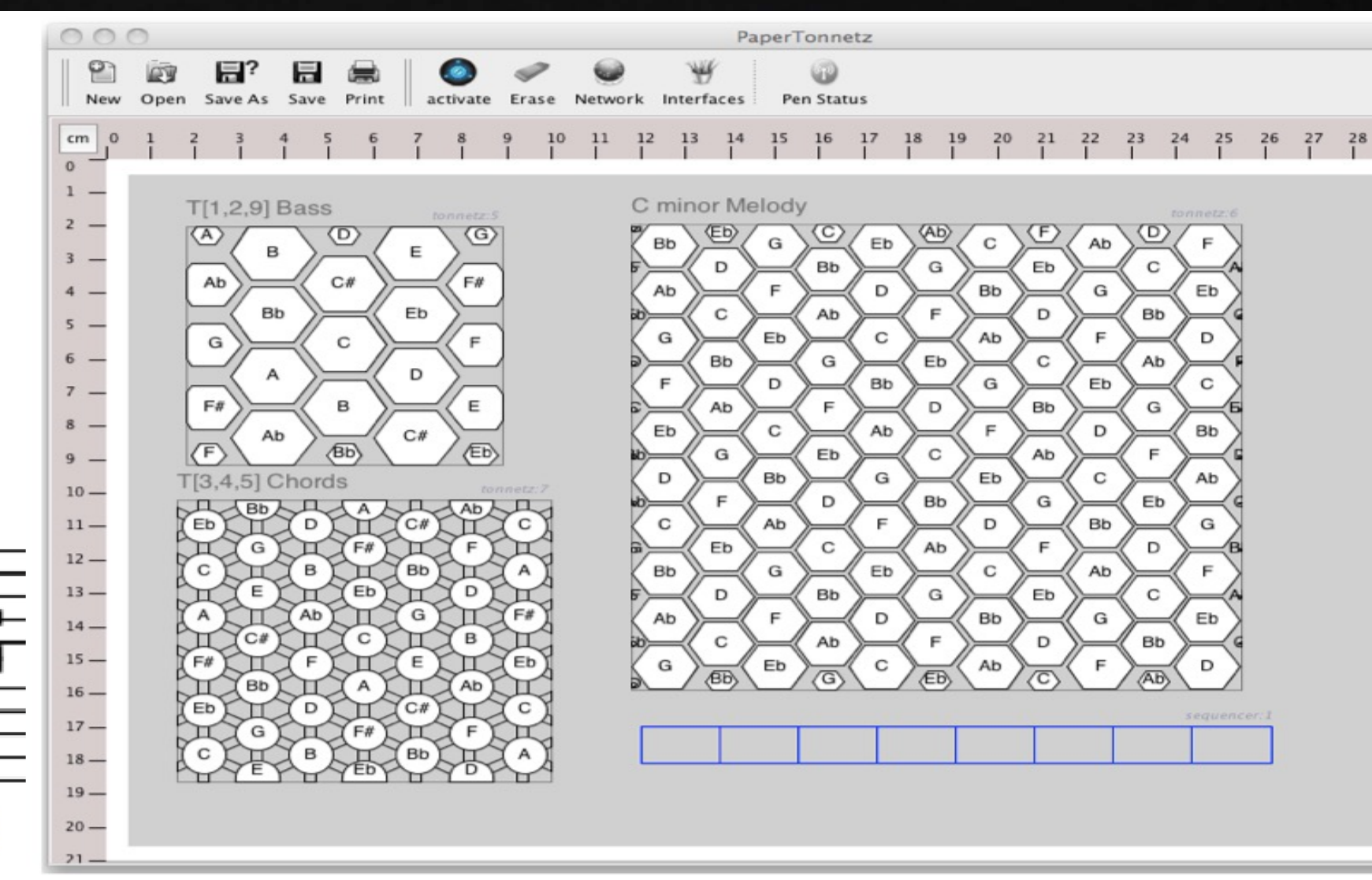
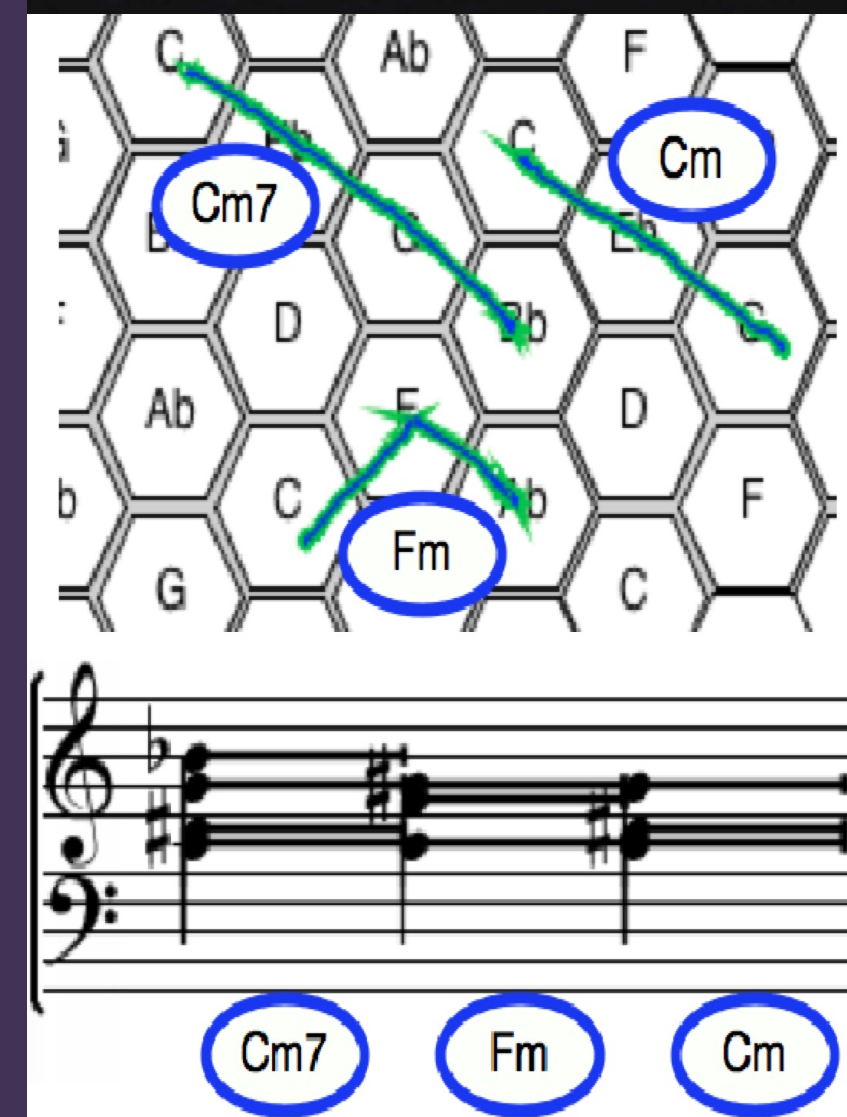
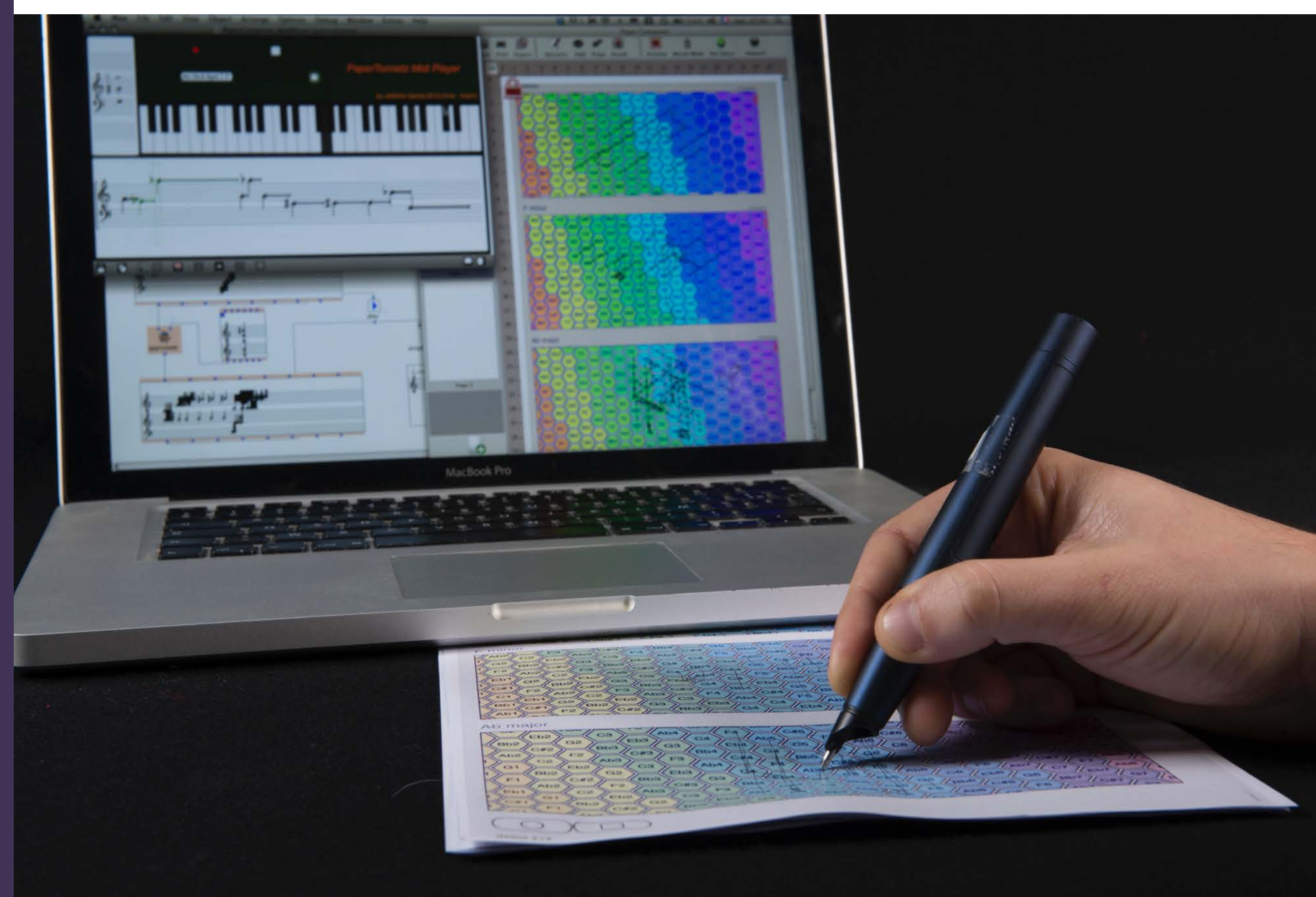
Transformer le Tonnetz d'outil d'analyse en un outil de composition sur papier



Réprésentations alternatives

Paper Tonnetz (Garcia et al., 2012)

Tracer une ligne à travers plusieurs notes
explorer les relations musicales
composer des mélodies et des accords



PaperTonnetz

Supporting Music Composition with Interactive Paper

Jérémie Garcia, Louis Bigo, Antoine Spicher and Wendy E. Mackay

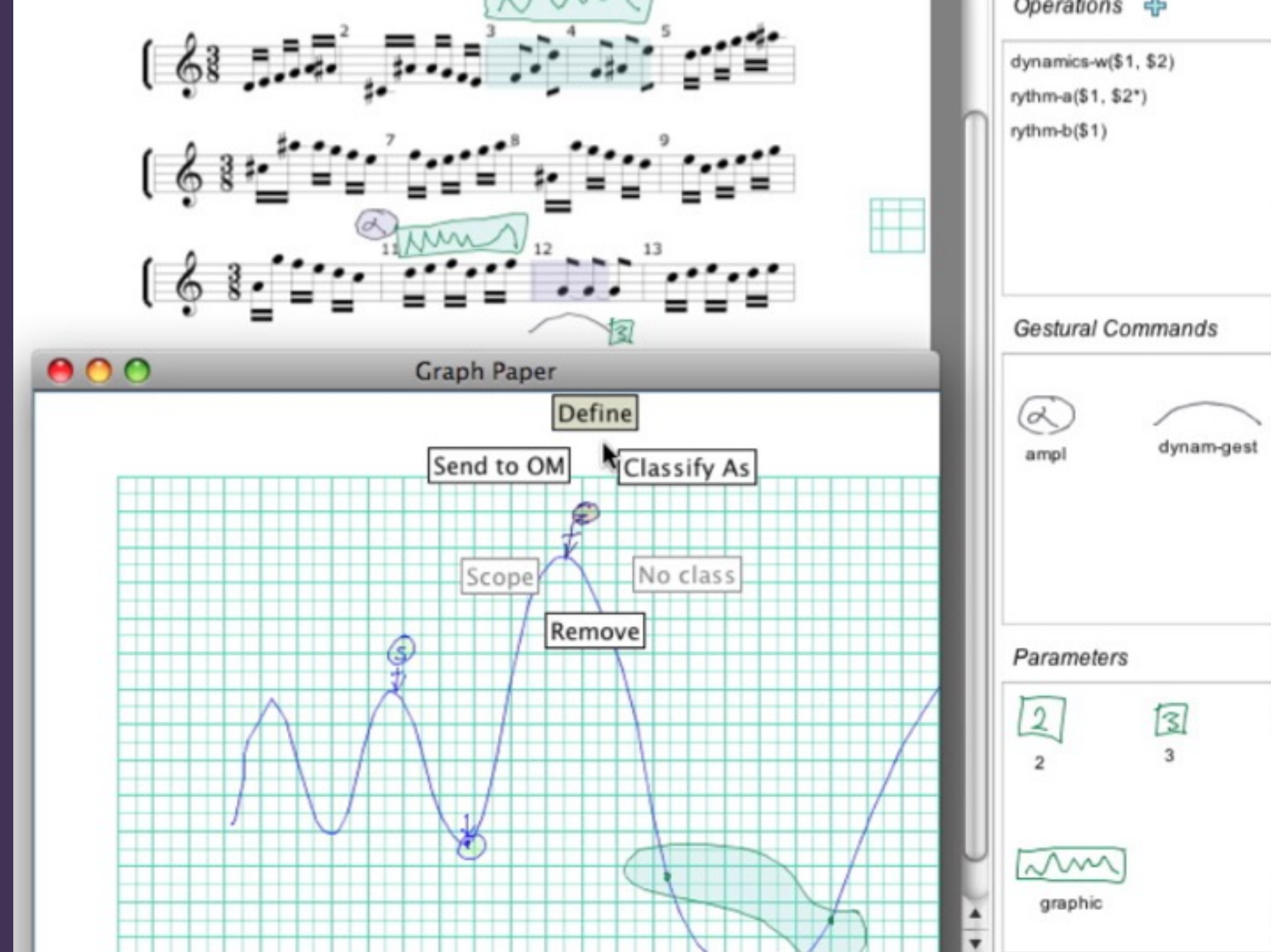
INRIA, IRCAM, LACL

Explorer les structures musicales

Paper Substrates (Garcia et al., 2012)

Tous les compositeurs créent des idées ou des structures musicales originales

Ils expérimentent, en ajustant la structure et les détails en même temps

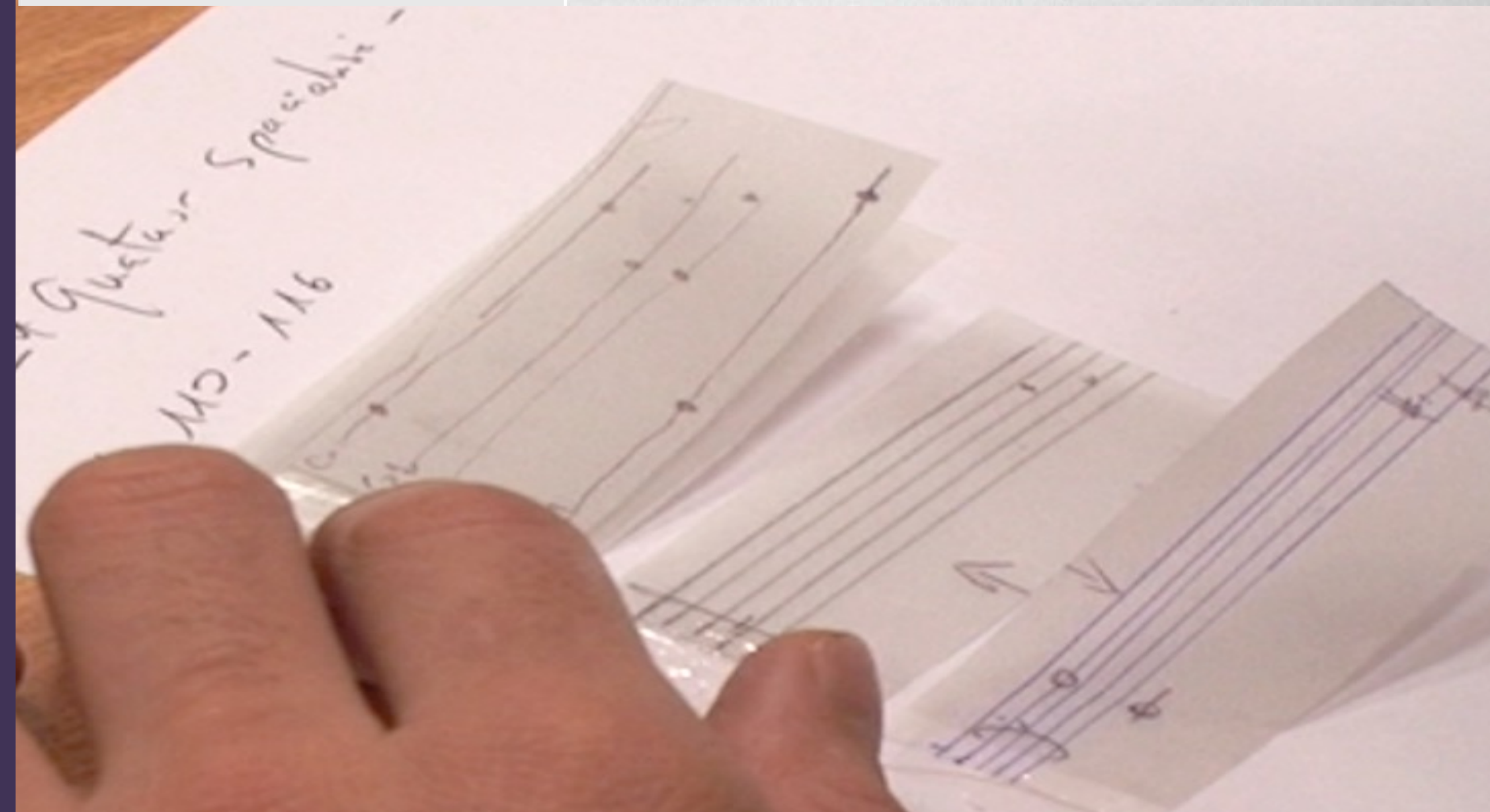
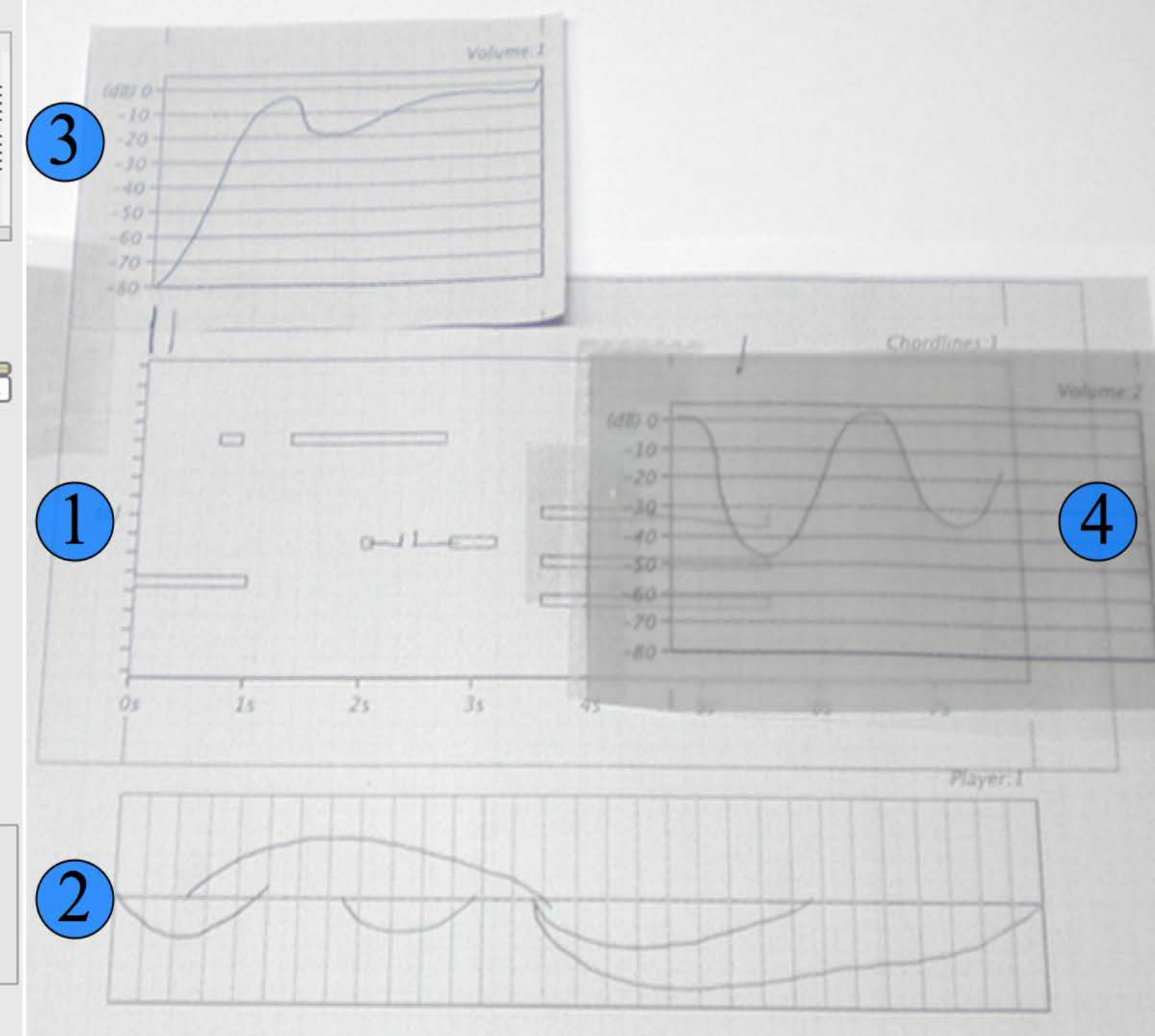
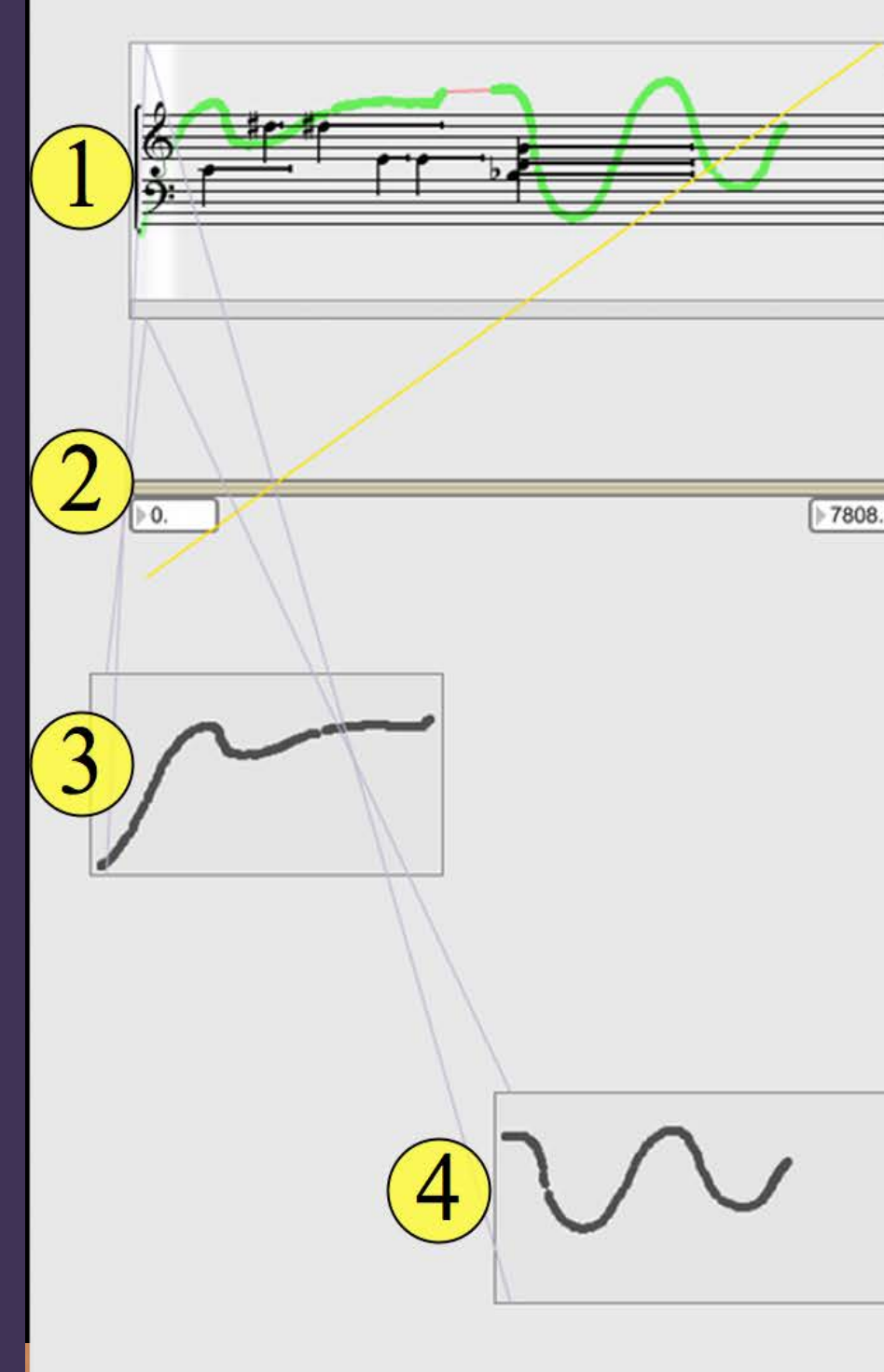


Explorer les structures musicales

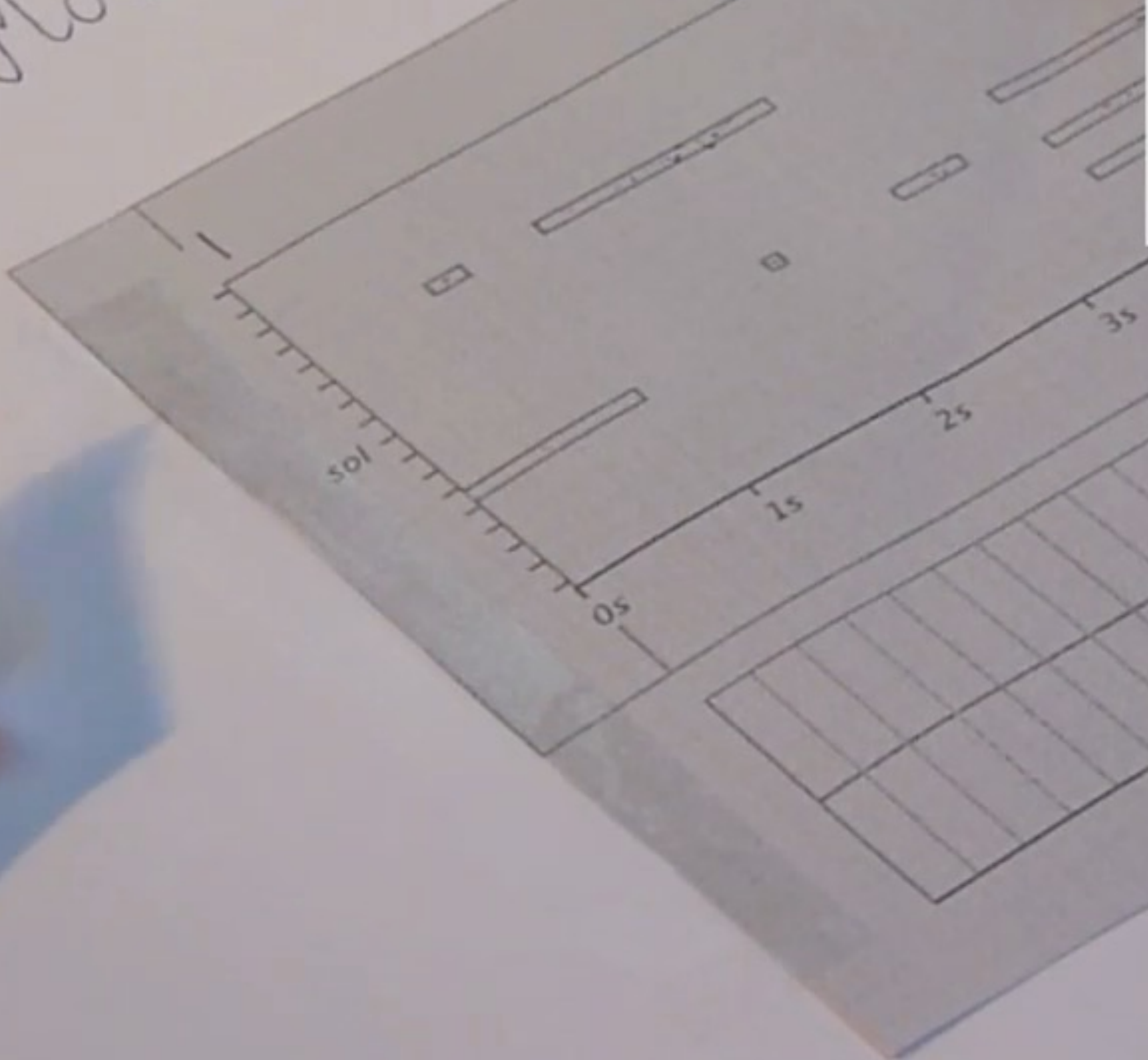
Paper Substrates (Garcia et al., 2012)

Ils les associent ensuite à des composants sur l'ordinateur

Précisez ensuite les détails pour aider à comprendre et à affiner la structure



1st Movement for Substr...



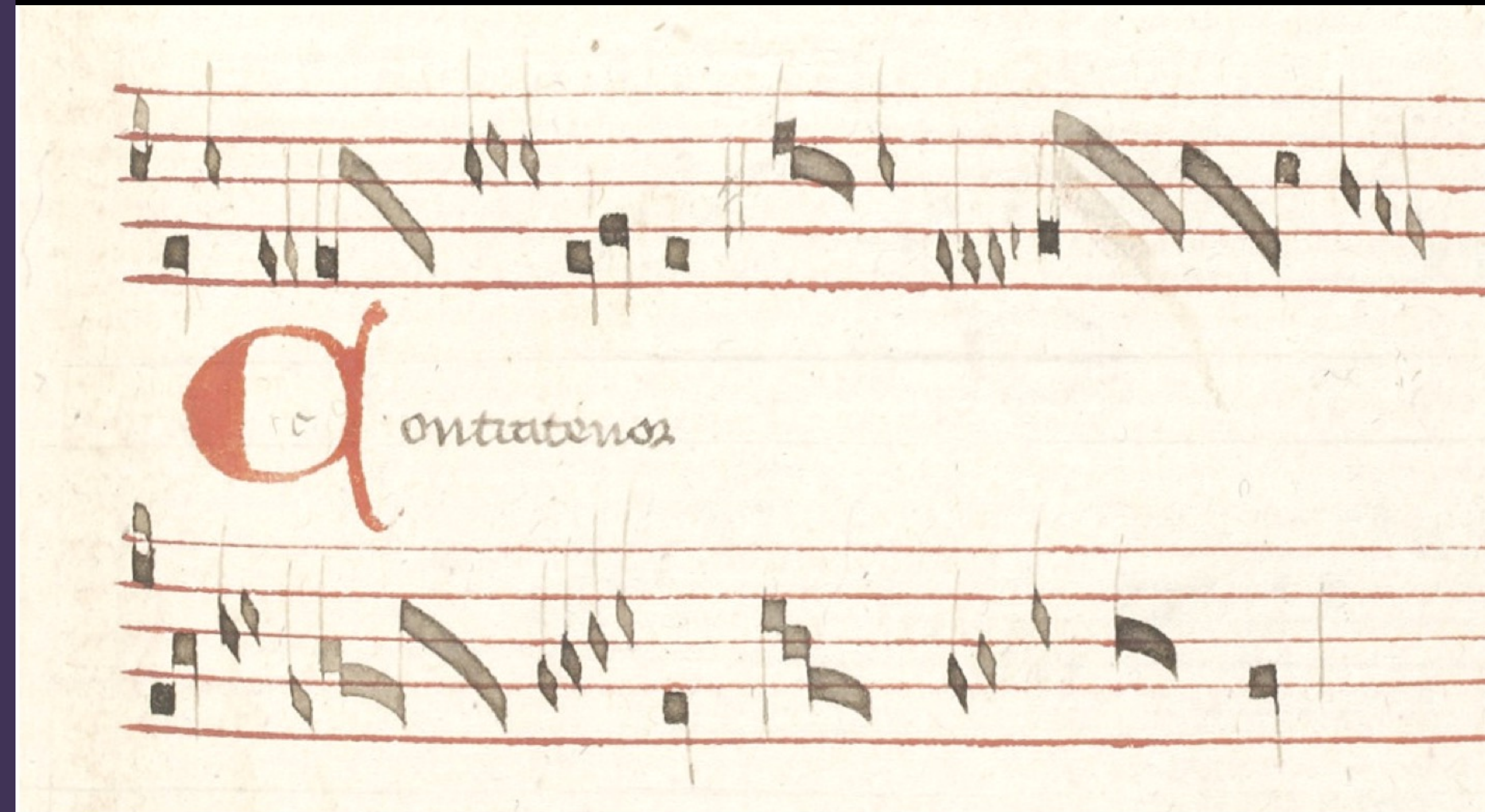
Explorer les gestes expressifs

Quid Sit Musicus (Le Roux, 2014)

Partition musicale du 13ème siècle

Chaque note est expressive

Dessin pour composer et
interpréter la musique



Explorer les gestes expressifs

Quid Sit Musicus (Le Roux, 2014)

Processus de conception participative
de 18 mois

Phillippe Leroux (compositeur)
Jérémy Garcia (thésard)

Lier les caractéristiques expressives
des gestes aux effets musicaux



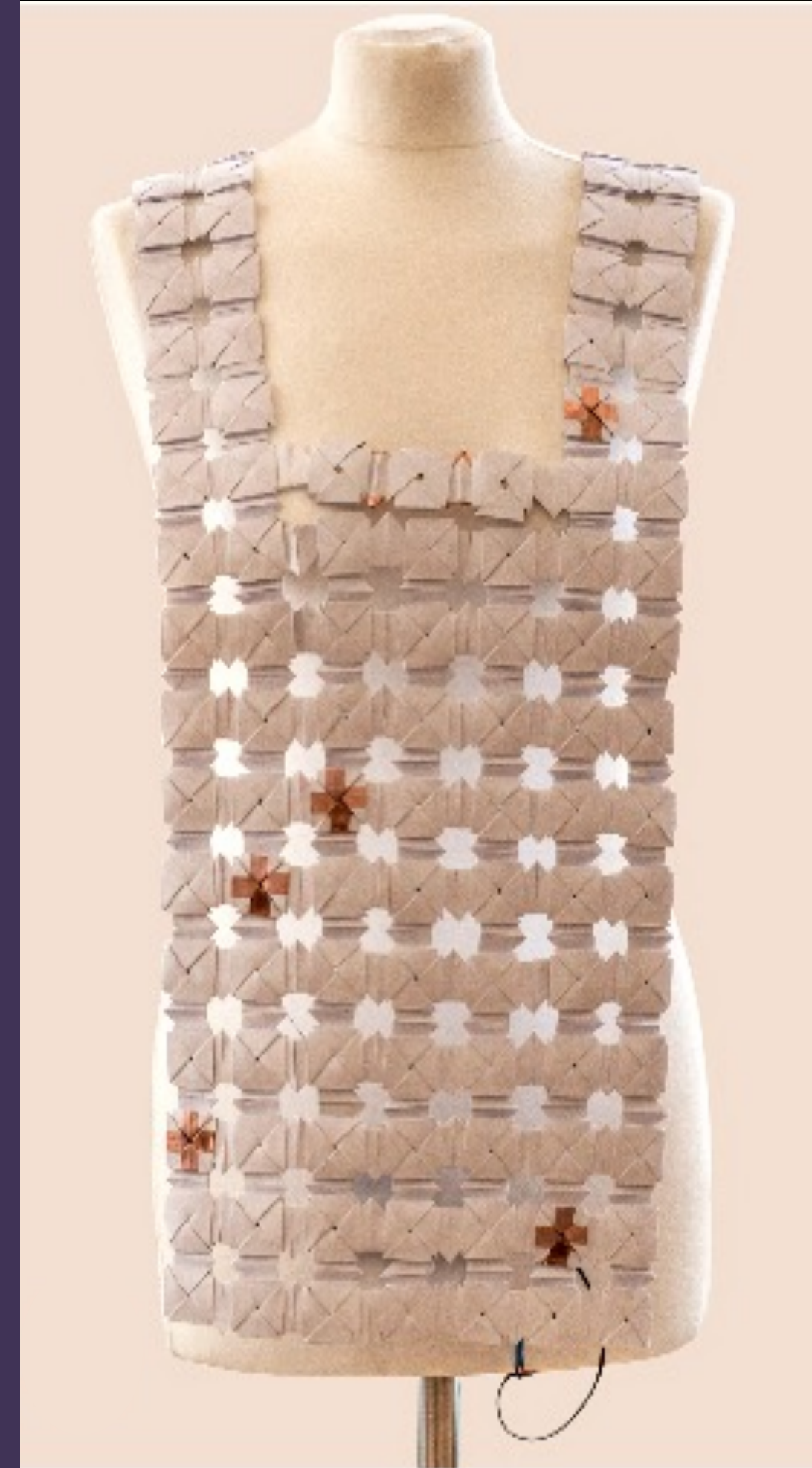
QUID SIT MUSICUS?
BY PHILIPPE LEROUX

Constuire avec le papier interactif Tangrami (Wessely, 2018)

Blocs de construction en papier réutilisables

Capteurs d'entrée et de sortie visuelle

Boîte à outils de conception numérique :
planifier la forme et la fonctionnalité
gérer la communication avec l'artefact
transmettre les données d'interaction
à un système de prototypage



Électronique imprimable

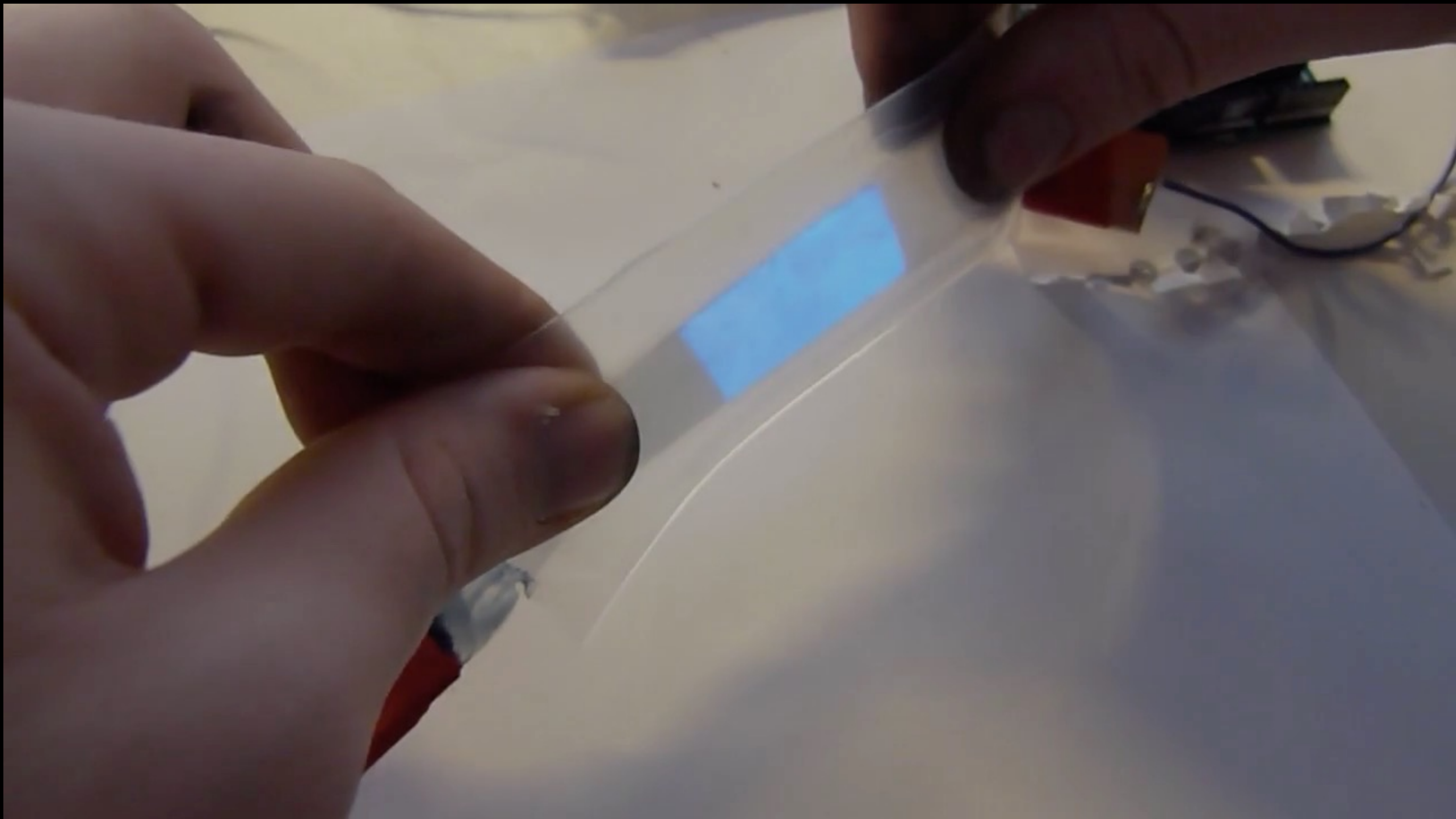
Stretchies (Wessely et al., 2016)

Support élastique extensible (silicone)
avec capteurs intégrés
tactile, proximité
écran électroluminescent

Ultra-mince ($\approx 200 \mu\text{m}$), flexible et
entièrement personnalisable

Peut être ajouté à des objets physiques,
du tissu, ou le corps humain





Matériau sensible à la forme

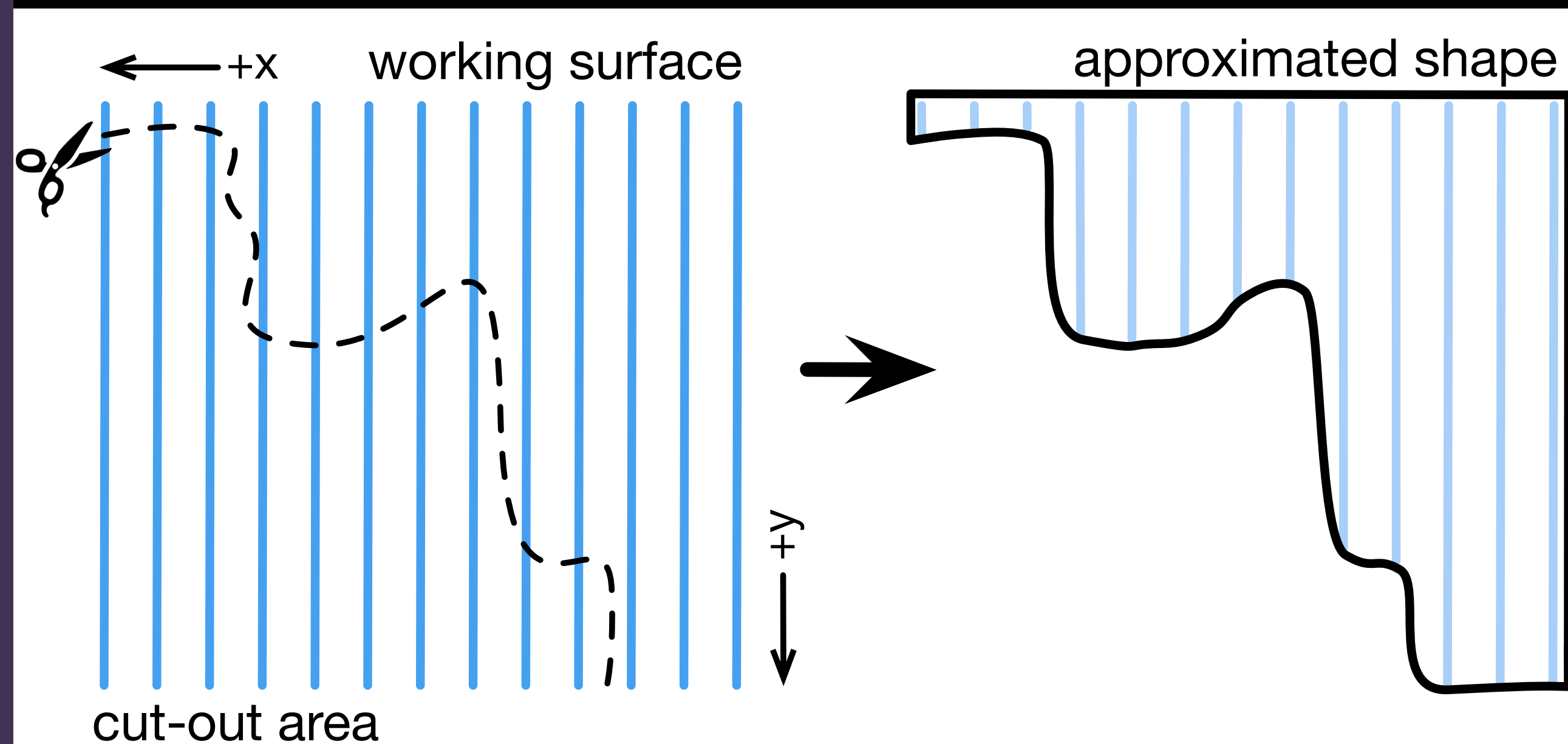
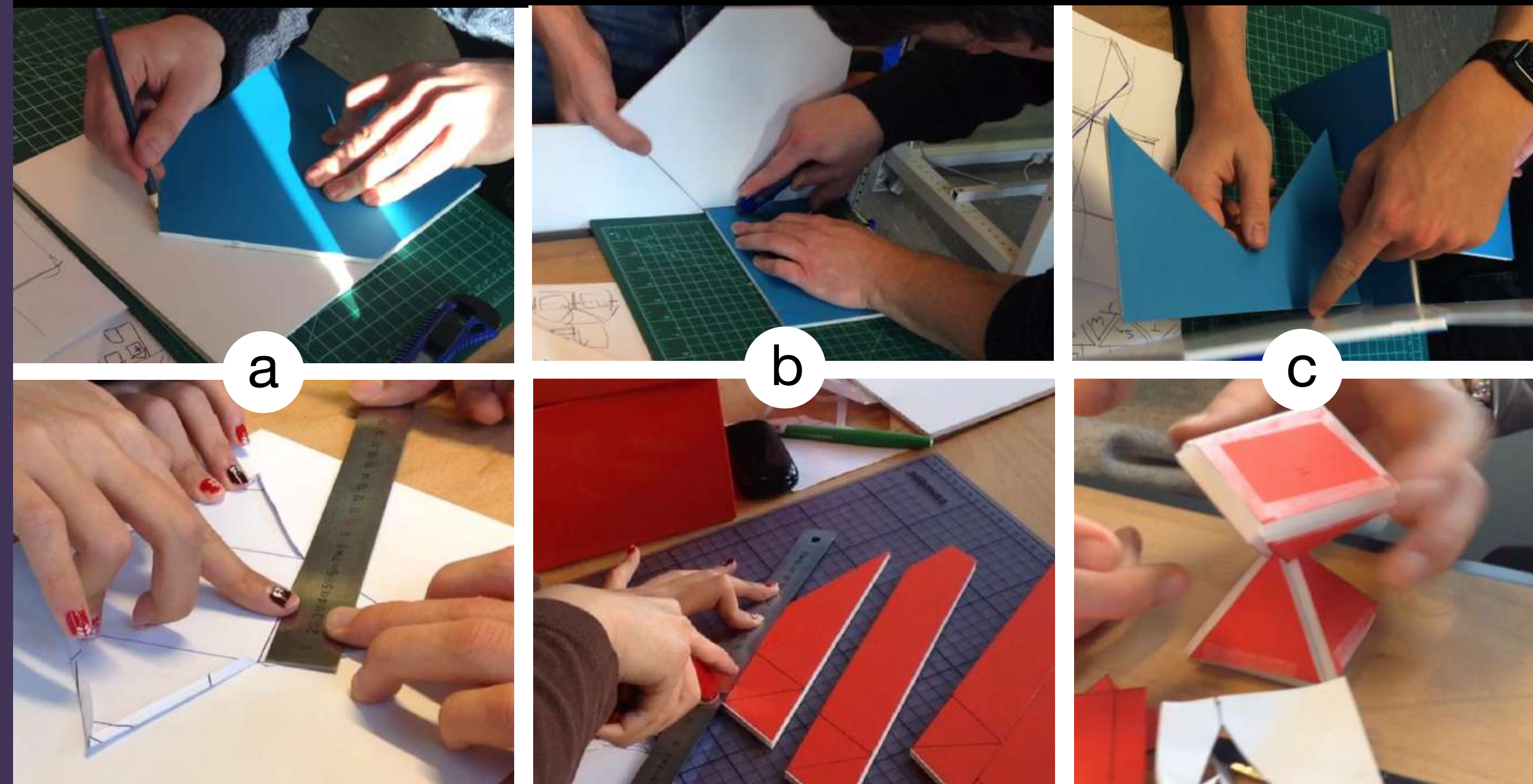
ShapeMe (Wessely et al., 2018)

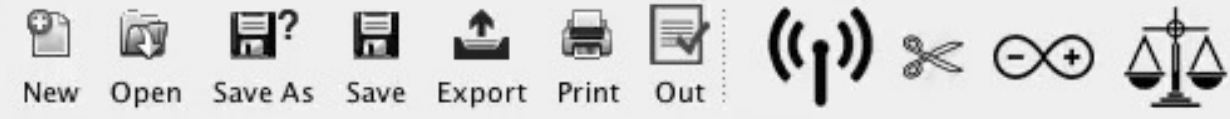
Allers-retours fluides entre les prototypes 3D physiques et virtuels

Matériau intelligent

qui capture sa propre géométrie lorsqu'il est physiquement découpé

Générer des capteurs personnalisés adaptés à différentes formes d'objets





3D Layers

Layer 1

New Sensing Model

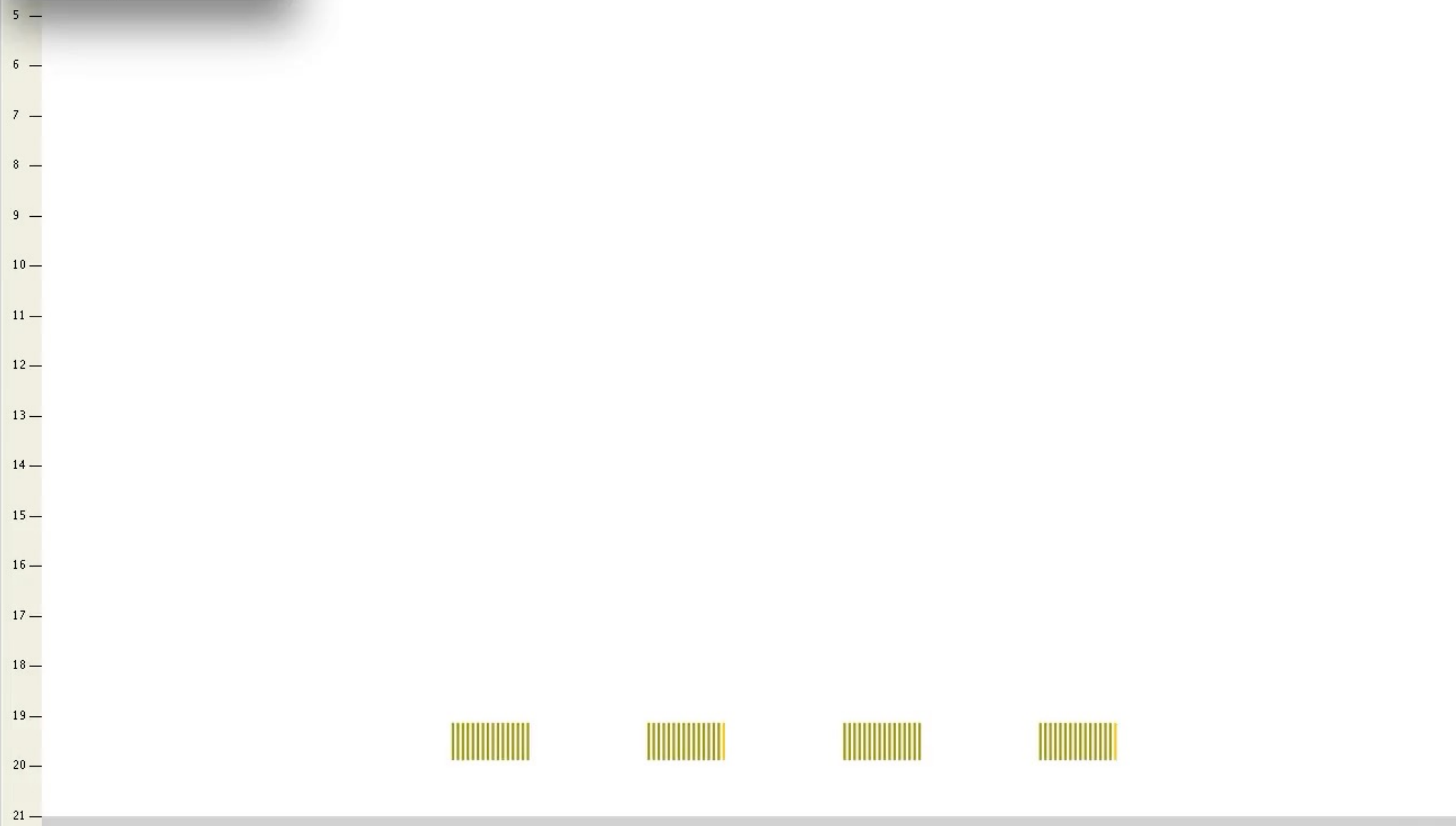
Layers Num: 4

Layers distance: 1 cm

Orientation: Landscape

Page size: A4

Create Cancel



Templates

- Cubic
- Ellipsoid
- Triangular
- Trapezoid
- Conic

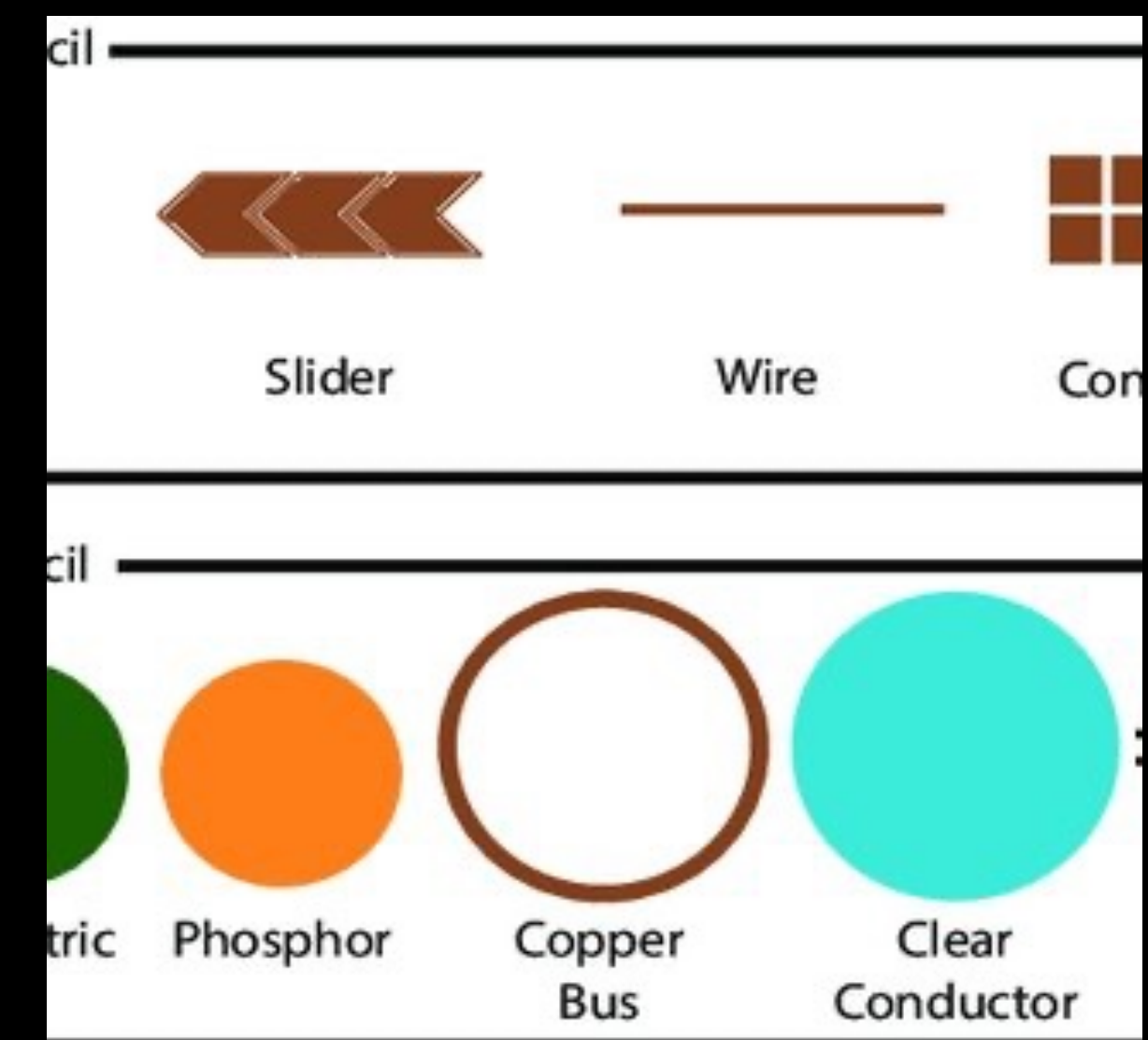
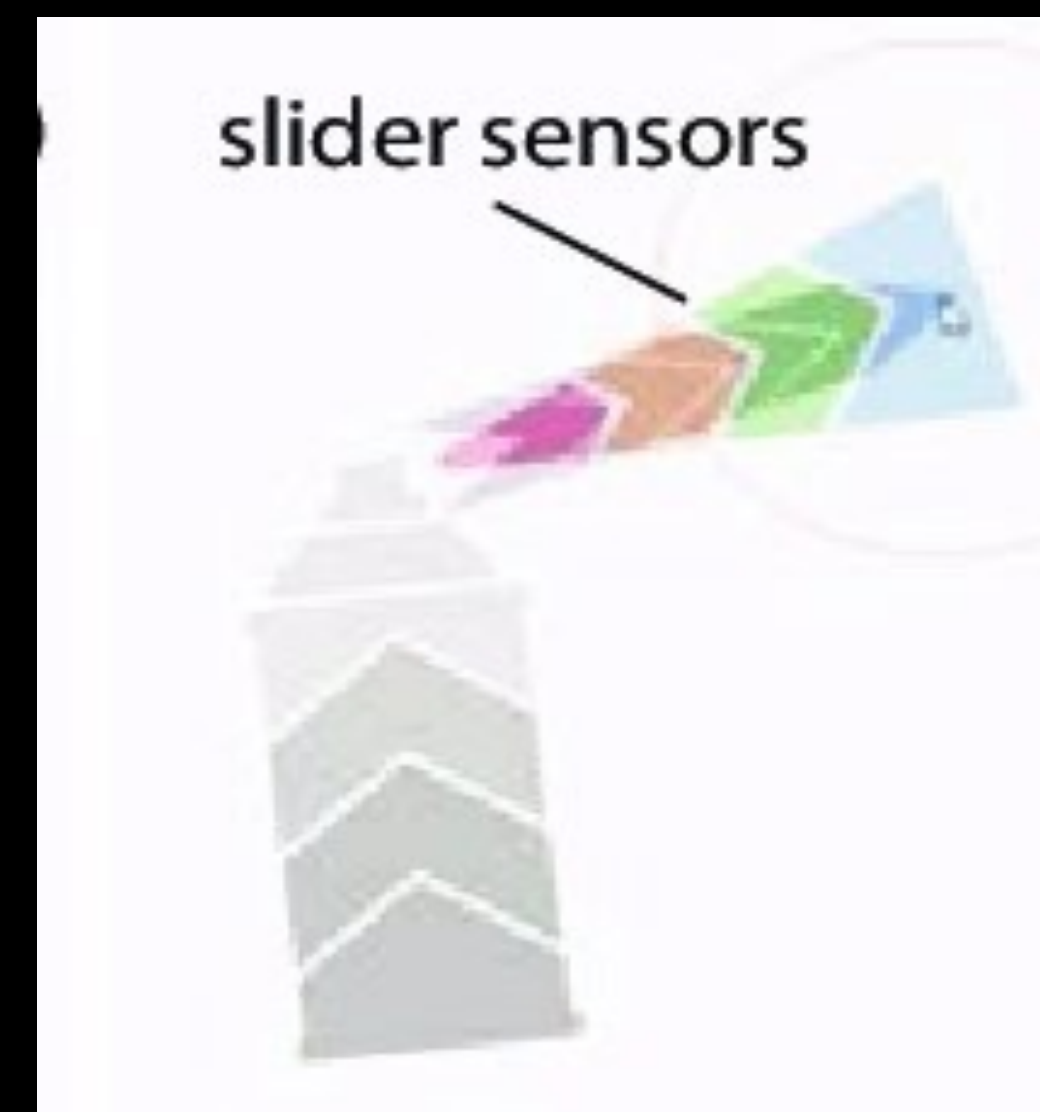
Électronique pulvérisable

Sprayable interfaces (Wessely et al., 2020)

Interfaces utilisateur « pulvérisables »

Créer des surfaces interactives avec des capteurs et des éléments d'affichage par aérographie d'encre fonctionnelles

Créer des interfaces à grande échelle sur des géométries 3D complexes





Sprayable User Interfaces

Interfaces « WIMP »

Systeme « universel »

Une même forme d'interaction pour
répondre à plusieurs besoins



Relier le papier à l'ordinateur

ajoute la puissance de calcul
à la simplicité de l'interaction

mais inspire aussi de
nouvelles formes d'interaction

Papier augmenté

Nouvelles technologies

encre interactive

papier interactif

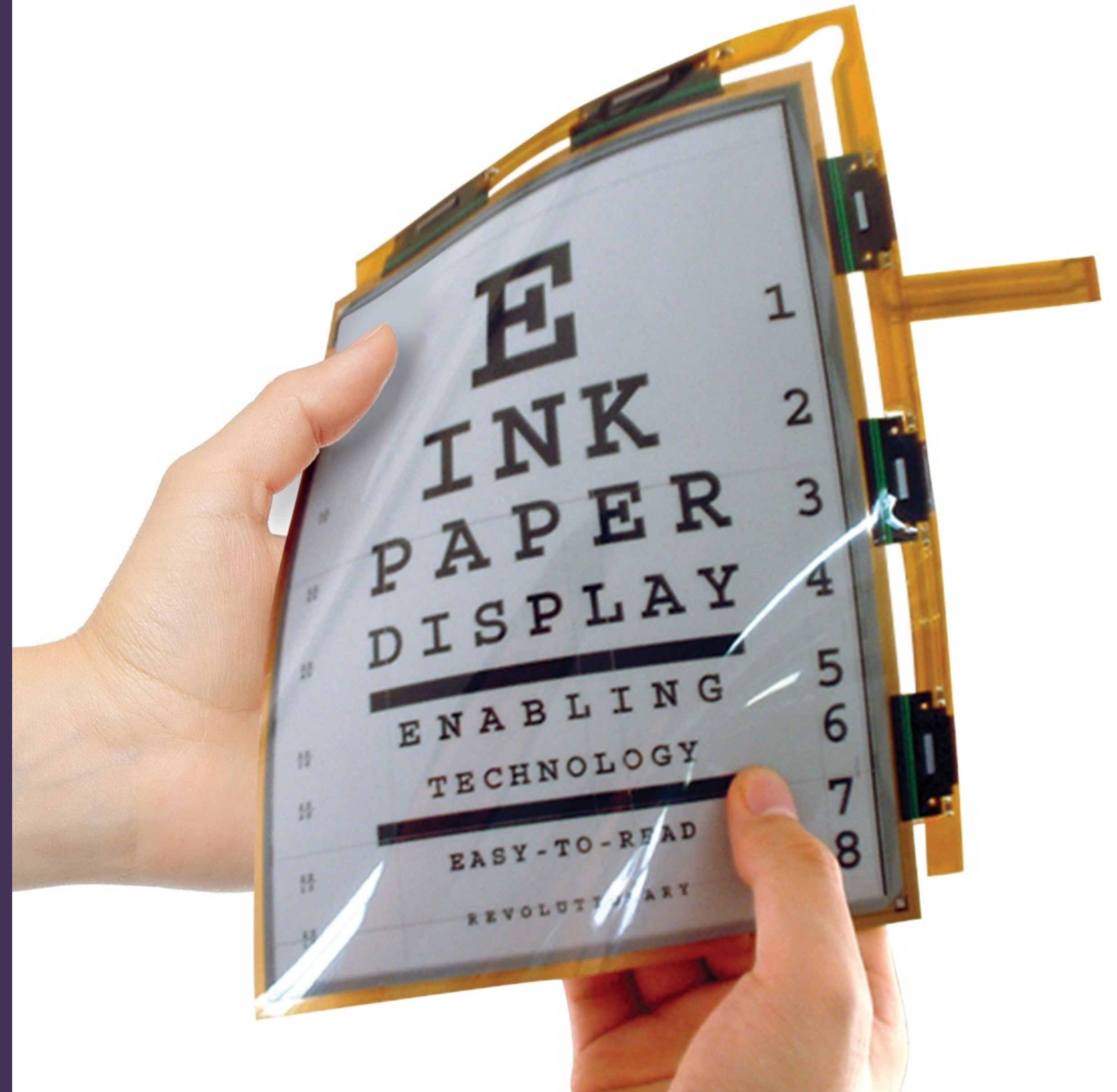
Entrée et sortie

contenu stable mais aussi dynamique

répond aux actions de l'utilisateur

flexible, bon marché et

adaptable à de nombreux usages



Papier augmenté

Systeme physique « universel » ?

La même forme d'interaction
répond à plusieurs besoins

Un excellent compromis entre puissance
d'expression et simplicité d'interaction





Leçon Six

5 avril 2022

My Past And Upcoming 22 Years With
Augmented Reality

*Invité : Professeur Christian Sandor
Université Paris-Saclay*